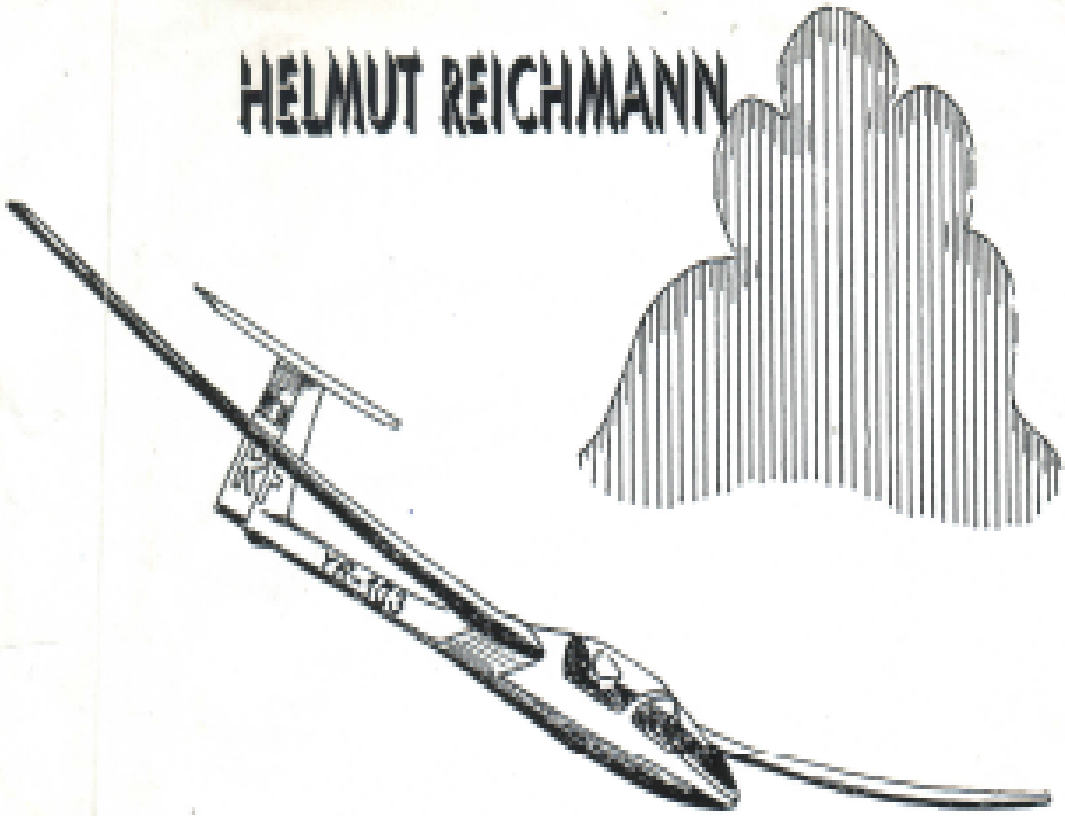
HELMUT REICHMANN



# ZBORUL DE DISTANTA CU PLANORUL

uz intern

***NOTA AUTORULUI.***

**CONȚINUT**

Pentru ca pilotul planorrist interesat în primul rând în CUM şi abia mai pe urmă DE CE-ul zborului de distanță, să obțină informațiile într-o formă accesibilă şi utilizabile direct în practică, conținutul acestei cărți a fost împărțit în 2 secțiuni:

Partea teoretică oferă bazele pentru partea întâi şi asigură înțelegerea întregului material. De asemenea, mai cuprinde detalii necesare abordării complexe a problemelor planorismului. Subdivizarea pe capitole corespunde în mare măsură primei părți astfel încât se pot face permanente referințe la practica de zbor.

1. PARTEA PRACTICĂ DE ZBOR :
- ZBORUL ÎN CURENȚI ASCENDENȚI,
- NAVIGAȚIE,
- ZBORUL OPTIMAL (PARTEA PRACTICA),
- SOLICITAREA CORPULUI UMAN,
- TACTICA DE CONCURS,
- PREGĂTIRE PERSONALĂ ŞI ANTRENAMENT,
- DOTAREA TEHNICĂ.

2. PARTEA TEORETICĂ:
- METEOROLOGIE,
- ZBORUL OPTIMAL (PARTEA TEORETICĂ),
- DOTAREA TEHNICĂ (INSTRUMENTALĂ)

*Mulțumim colectivului de instructori ai Aeroclubului Arad, care au depus un effort deosebit pentru a traduce acest manual foarte necesar piloților planorişti din România*

*Prezentul manual poate fi utilizat doar în regim intern pentru pregătirea teoretică a piloților planoristi cedoresc să efectueze activitate sportivă de performanță.*

*Instructor zbor*

*Dumitru POPOVICI*

# ZBORUL ÎN CURENȚI ASCENDENȚI

## ZBORUL LA PANTĂ

Zborul la pantă, deşi puternic legat de istoria planorismului prin senzaționalul primelor zboruri de durată şi distanță, are totuşi importantă în planorismul zilelor noastre. Nu prin faptul că ne-ar ajuta să ne târâm de la pantă la pantă pe traiect, dar în cazuri extreme ce apar în zborul montan sau în zone vălurite, stăpânirea acestei tehnici ne poate deseori salva de la o aterizare prematură. Deoarece curentul de pantă în mişcarea sa este un excelent mijloc de declanşare a termicii (rezultând aşa-numitul "curent termodinamic"), ne vom îndrepta atenția la început, asupra acestui subiect.

Principiul generării acestui curent este simplu : o curgere orizontală (vântul) care loveşte un obstacol (panta) este deflectat în sus, pentru ca în spatele pantei curentul să revină la sol.

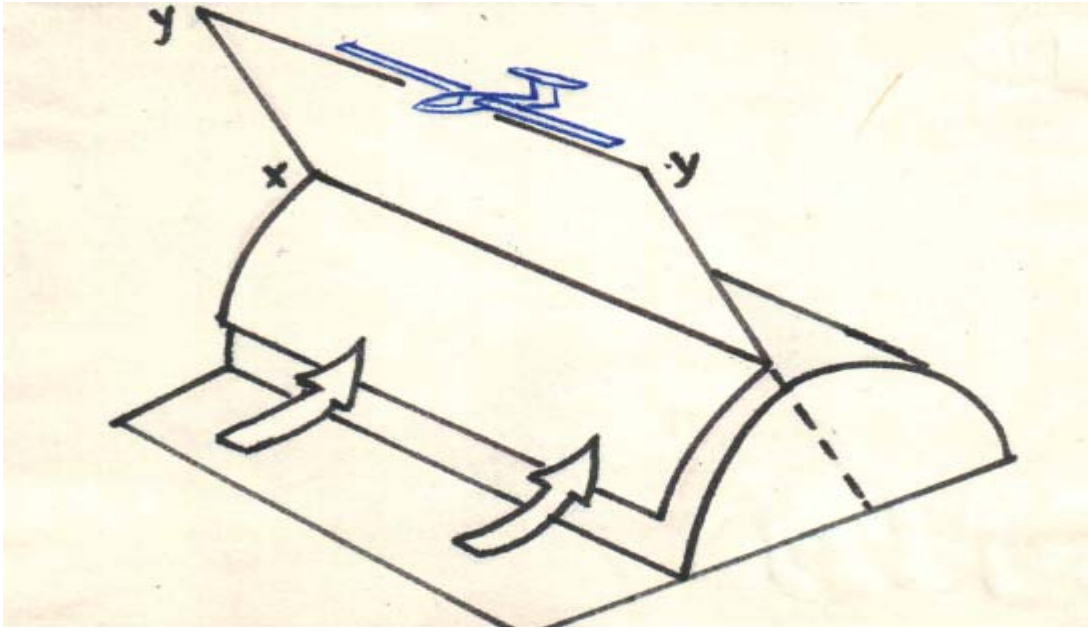



Foto : Curentul de pantă teoretic şi zona urcării maxime

Studiind exemplul ipotetic al unei pante infinite ca lungime, de formă cilindrică şi perpendiculară pe direcția vântului, obținem că zona urcării maxime este un plan normal la suprafața pantei, înclinat spre vânt (după Wallington). Planoarele trebuie să se mențină în această zonă pentru a câştiga cât mai repede înălțime.

Traiectoria ideală a unui planor care soseşte sub înălțimea pantei ar fi cât mai aproape de pantă, întâlnind valori ale ascendenței crescânde până la cota X iar de aici pe suprafața radială, normală la suprafața cilindrică, întâlnind valori tot mai mici ale ascendenței pe măsură ce se înalță pe pantă. Înălțimea maximă care poate fi atinsă se află în acest plan la cota Y la care componenta verticală a curentului egalează înfundarea planorului. Deşi relieful real deasupra căruia zburăm nu este atât de simplu şi geometric ca în exemplul precedent totuşi o concluzie rămâne valabilă: în zona inferioară a pantelor netede, ascendența maximă o întâlnim în imediata vecinătate a suprafeței pantei. Asupra pantelor accidentate însă se întinde un strat turbulent mai gros sau mai subțire ale cărui vârtejuri fac impracticabilă zona din vecinătatea suprafeței. În acest caz este mai bine exploatabilă mai departe de pantă, într-o zonă de curgere laminară.

În principiu, zborul în imediata apropiere a pantei trebuie executat cu un surplus de viteză care să permită manevre sigure de depărtare şi în cazul unor descendențe bruşte.

Turbulențe de forma unui rotor care fac ca după o urcare cu 4 - 5 m/s planorul să intre în descendență de 7 - 8 m/s, nu sunt o raritate (în Alpi, în Carpați) şi trebuie compensate printr-o rezervă de viteză corespunzătoare.

## TURBULENȚE ÎN FAȚA PANTELOR ABRUPTE (VÂRTEJURI)

Astfel de vârtejuri se nasc deseori la poalele unor pante abrupte sau porțiuni deosebit de abrupte. Din acest motiv, pentru obținerea unor ascendențe dinamice puternice nu sunt favorabile în mod obligatoriu pantele foarte înclinate; cele cu o înclinare mai mică pot fi mai eficiente (printr-o tendință mai mică de formare a vârtejurilor).

Situația nu poate fi exprimată în cifre exacte deoarece un rol însemnat îl joacă şi labilitatea aerului. Impresia optică subiectivă conform căreia pantele abrupte ascund pericole nebănuite în comparație cu cele uşor înclinate şi nepericuloase este deasemenea falsă şi a generat unele accidente pe versanții prea puțin înclinați. Aici posibilitatea degajării spre vale în cazul unor descendențe este mai mică decât în cazul pantelor abrupte. O atenție sporită trebuie să se acorde treptelor orizontale (platouri) care pot apare pe versanții abrupți deoarece generează turbulențe şi rotori. În concluzie, putem afirma că în apropierea pantelor slab înclinate sau a porțiunilor orizontale mai ales trebuie să păstrăm o distanță laterală mai mare şi să avem un surplus de viteză în scopul asigurării zborului.

## SĂ URCĂM ÎN FAȚA SAU DEASUPRA PANTEI ?

Undeva în drumul spre vârf, înainte de atingerea acestuia şi în fața pantei trebuie să ne aşteptăm la ascendența optimă. Dacă ne ridicăm peste cota maximă, ascendența maximă o găsim şi mai departe de pantă, în direcția vântului. Situațiile reale pot însă diferi de la această rețetă generală; un rol important îl joacă profilul pantei şi gradientul vântului.

## IMPORTANȚA "DESCHIDERII" PANTEI

Pentru formarea curentului dinamic de pantă, înclinarea şi înălțimea acesteia au un rol secundar; mai importantă este deschiderea pantei spre o zonă degajată lipsită de obstacole care ar putea perturba vântul laminar. Versanții înalți şi înclinați nu generează curenți de pantă dacă în fața lor se află un alt munte care induce turbulență însemnată în masele de aer aflate în mişcare. Acest fenomen este des întâlnit şi surprinde mai ales piloții din câmpie care se află la primul zbor montan. Din acest motiv nu merită să zburăm în fața unor pante fără deschidere suficientă (umbrite) în speranța unei ascendențe dinamice. Se poate întâmpla ca în asfel de zone vântul să aibă direcție contrară şi să întâlnim descendențe puternice.

## MUNȚII DE FORMĂ CONICĂ NU SUNT FAVORABILI

Un munte izolat de înălțime suficientă şi cu înclinare potrivită, lipsit de obstacole în calea vântului, nu va genera curent dinamic de pantă dacă aerul are posibilitatea să-l ocolească lateral. În acest caz curgerea se uneşte în spatele pantei, urcând uneori spre vârf. În munții înalți, pe lângă răcirea adiabatică, aerul în această urcare mai este răcit şi de contactul cu zăpada şi gheața de acolo, ajungând să formeze flamuri în dreptul vârfului. Anumite piscuri sunt predestinate pentru formarea acestui fenomen.

## CULMILE ALUNGITE, CHIAR DE ÎNĂLȚIME MICĂ, SUNT FAVORABILE

Culmile alungite, chiar şi de înălțime mai redusă, generează în mod regulat ascendențe în cazul în care vântul bate aproximativ perpendicular pe direcția coamei. Chiar şi nişte denivelări, cu înălțimi mai mici de 50 m , pot reprezenta pentru noi surse exploatabile de ascendențe, dacă toți ceilalți parametrii sunt favorabili. Un exemplu tipic îl reprezintă dunele de la Rossitten, unde în trecut s-au realizat numeroase recorduri de durată.

## DIUZA ÎN RELIEFUL PANTEI

În cazul în care coama dealului (muntelui) are o frântură astfel încât formează un unghi cu deschiderea spre vânt, aerul de pe laturi este canalizat spre centru, unde, curgând cu o viteză mai mare şi generând o ascendență mai puternică, ocoleşte obstacolul. Ar trebui să fie de la sine înțeles că în timpul zborului vom avea în vedere în mod deosebit astfel de zone. De multe ori este mai rentabil a se executa opt-uri în asfel de diuze decât să se patruleze pe toată lungimea pantei. şi mai eficientă se poate dovedi spiralarea în care să deschidem spre vânt la fiecare spirală. Această tehnică necesită chiar şi la piloții experimentați, pe lângă o perfectă stăpânire a planorului şi o capacitate deosebită de estimare pentru ca planorul să aibă o capacitate apreciabilă fața de aerul în urcare pe pantă şi să fie prins într-o capcană din care nu are nici viteza nici înălțimea suficientă pentru a termina spirala fără să atingă solul. În general este valabilă regula binecunoscută de a face viraj în afară pantei.

Dacă direcția vântului este oblică față de versant, atunci fiecare ieşind (promontoriu), va genera (înspre vânt) un efect de diuză.

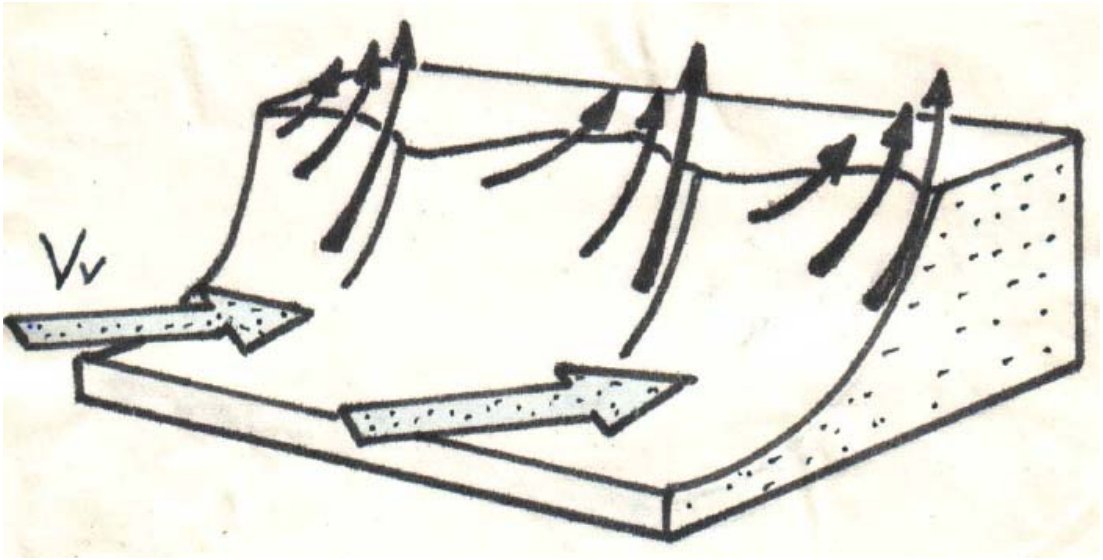



Foto : Efectul de diuză pe ieşindurile unei pante bătută de un vânt oblic.

## VITEZA TREBUIE VARIATĂ

Dacă nu este posibil, sau nu rentează să exploatăm o asfel de diuză, atunci în procesul patrulării la pantă trebuie să încercăm să traversăm zonele de ascendență mai bună cu vieză mai mică decât zonele cu ascendență moderată. În cazul în care între zonele de maxim, valoarea ascendenței este mai mică decât înfundarea planorului, variația vitezei va hotărâ dacă, pe global considerat, vom reuşi să urcăm sau nu. Punctele de întoarcere ale patrulării trebuie să coincidă cu zone de maximă urcare, în primul rând pentru o mai eficientă exploatare a ascendenței iar în al doilea rând pentru a nu ajunge în zone cu descendențe prea mari în timpul virajului spre în afara pantei.

## REGULI DE ZBOR LA PANTĂ

Deoarece în caz de condiții favorabile, pe pantele de serviciu ale aerodroamelor se pot aglomera un număr mare de planoare aflate simultan în zbor, este necesar a se alcătui o regulă de circulație care să excludă situațiile periculoase.

Analog zborului în grupuri mari şi în termică regula de bază este că fiecare pilot trebuie să cunoască nu numai mişcarea planorului său, dar trebuie să intuiască din timp şi traiectoria partenerilor săi.

- zboară la pantă cu viteză suficientă, în cazul turbulențelor corespunzător mai repede;
- nu execută viraje spre pantă ci zboară în opt-uri alungite cu viraje spre vale;
- evită zborul derapat, controlând firul indicator de pe cabină în permanență;
- evită spiralarea în apropierea pantei;
- traversează cu viteză mai mare zonele de înfundare iar cele ascendente cu viteză mai mică;
- nu te lăsa purtat de vânt în spatele pantei;
- în cazul întâlnirii a doua planoare care zboară la aceeaşi înălțime, prioritate are planorul cu aripa dreaptă arătând spre pantă (deoarece nu mai poate ocoli spre pantă). Planoarele care au aripa stângă spre pantă trebuie să asigure loc suficient circulației din sens invers funcție de pantă şi traiectoria proprie;
- depăşirea planoarelor care patrulează la pantă se face pe partea dinspre vale (niciodată între planorul depăşit şi pantă);
- ia în considerare regulile locale de zbor la pantă. Acestea conțin informații referitoare la punctele de întoarcere, înălțimi minime de ajungere la sol, estimarea vizibilității, etc.

## NU PRIVIȚI CURENTUL DINAMIC ÎN MOD INCORECT

Deoarece zborurile de distanță şi de concurs le executăm cu precădere în condiții meteo favorabile zborului termic, la căutarea ascendențelor la înălțime mică trebuie să urmărim ascensiunile termice şi dinamice în strînsă corelare pentru a ne face o imagine cât mai reală asupra mişcării aerului. Zonele de ascendențe şi descendențe sunt rezultatul comun al acestor două surse de energie. Curentul dinamic de pantă îşi datorează existența repartiției la scară largă a presiunii atmosferice care generează vânturile, în timp ce termica este determinată în general de insolație şi condiționată de o stratificare favorabilă a temperaturii maselor de aer cu altitudinea.

Ambele cauze determină ascendențe şi descendențe care în interacțiunea lor se pot însuma, scădea sau anula reciproc. Arta de a intui rezultatul acestor interacțiuni are un rol decisiv în situații în care negăsirea unei ascendențe ne obligă să aterizăm. Aceasta în cazul în care atmosfera nu este total "moartă".

## ZBORUL TERMIC

Să mai rămânem puțin în apropierea solului! Ce ne poate atrage atenția asupra formării termicii, unde apare, ce o declanşează, ce factori îi determină proprietățile?

În general orice raționament de tactică de zbor pentru înălțime mică trebuie să facă distincție între izvorul aerului cald şi locul de declanşare a termicii. Acestea sunt două probleme pe care le vom analiza separat.

## IZVOARE DE TERMICĂ

Prin noțiunea de izvor al termicii se înțelege o zonă în care aerul îşi modifică proprietățile, devenind mai uşor decât mediul înconjurător şi prin aceasta urcând sau având posibilitatea de a urca la apariția unei perturbații. Altfel exprimat: izvorul termicii conferă un caracter instabil aerului din apropierea solului.

## AERUL DEVINE MAI UªOR CÂND ESTE MAI CALD SAU MAI UMED

În mod normal masa de aer mai uşoară are o temperatura mai mare, moleculele au o mişcare mai rapidă, deci necesită mai mult spațiu, adică volumul creşte în timp ce masa rămâne constantă şi în final, greutatea specifică (densitatea) rezultă mai mică.

Aerul este un amestec de gaze care pe lângă azot, oxigen, bioxid de carbon şi gaze rare mai conține şi apă sub formă gazoasă (vapori de apă). Aceşti vapori de apă sunt însă mai uşori (cu 3/8) decât aerul uscat. Deci este evident că aerul devine mai uşor dacă va conține cât mai mulți vapori de apă.

## UN RĂU CONDUCĂTOR DE CĂLDURĂ

Aerul este un rău conducător de căldură, motiv pentru care obiectele de îmbrăcăminte din lână sunt foarte călduroase. Aerul transmite într-o foarte mică măsură căldura, de aceea un "pachet de aer" odată încălzit rămâne timp îndelungat cald dacă nu este amestecat cu aer rece sau nu este distilat (pentru a-şi egala presiunea cu cea a mediului) şi astfel răcit adiabatic.

## AERUL SE ÎNCĂLZEªTE DE LA SOL, NU DE LA SOARE

În zilele senine razele soarelui traversează atmosfera, practic, fără să o încălzească. Creşterea temperaturii aerului necesară formării termicii, are loc dinspre sol spre altitudine.

## FORMAREA UNEI MASE DE AER INSTABIL LA SOL

Există o mare varietate de factori care favorizează sau frânează formarea de aer instabil în vecinătatea solului. Vom enumera în continuare câțiva din aceşti factori cu rol mai important în estimarea termicii:

### *1. INSOLAȚIA*

Umbre trecătoare ale norilor întrerup încălzirea solului . În locurile umbrite timp îndelungat nu prea ne putem aştepta la termică. O ascendență slabă, în care ne aflăm la înălțime mică, va înceta să urce dacă zona este traversată de o umbră întinsă, deoarece prin aceasta alimentarea cu energie se întrerupe. Doar în situația în care rezervorul de aer cald a reuşit să crească suficient în timpul insolației, energia acumulată va asigura un câmp de ascendență bună şi în cazul unei acoperiri temporare.

Acoperirile întinse frânează în general formarea ascendențelor dar şi sub astfel de acoperiri pot lua naştere ascendențe exploatabile. Acoperirile locale, ca de exemplu nori Cu uniți, nori de furtună etc., anulează în general mişcările convective în urma lor, în timp ce în zonele învecinate termica există în continuare.

Aerul cețos, praful, smogul industrial, funcție de transparența lor pot frâna mişcările convective, mai ales în orele dimineții. De exemplu, zona industrială a Ludwigshafen-ului, prin eliminări masive de impurități în atmosferă, împiedică formarea termicii pe o rază de 20 km în situații de maxim baric şi vânt slab.

Unghiul de incidență al razelor solare determină mărirea suprafeței de sol pe care se repartizează o anumită cantitate de energie. Acest unghi depinde de latitudinea geografică, anotimp, momentul zilei şi de panta solului. Zona montană este în general mai favorabilă zborului cu planorul deoarece prin încălzirea neuniformă a pantelor însorite şi umbrite se creează diferențe de temperaturi mai repede şi mai mari decât la câmpie.

### *2. DEPENDENȚA DE SUBSTRAT A ÎNCĂLZIRII SUPRAFEȚEI SOLULUI*

La suprafața solurilor umede apa se evaporă. Acest fenomen se produce cu un mare consum de energie calorică împiedicând astfel încălzirea solului.

Solurile umede, datorită apei conținute, sunt mai bune conducătoare de căldură, pe care o transmit uşor structurilor inferioare.

Capacitatea calorică a apei face ca energia disponibilă să poată fi stocată fără ca temperatura la suprafața solului să crească prea mult.

La suprafața plantelor verzi se evaporă o cantitate impresionantă de apă : un copac cu o coroană mare consumă într-o zi secetoasă de vară mai bine de 3 tone de apă. În general plantele care cresc pe un substrat umed evaporă mai multă apă decât cele din solurile uscate. Cu cât plantele sunt mai uscate cu atât încălzirea solului este mai puternică. Din acest motiv pădurile de conifere sunt termic mai favorabile decât cele de foioase, câmpia decât pădurea, etc.

Vântul accelerează evaporarea la suprafața solului şi a pantelor. Curgerea turbulentă aduce în permanență un aer relativ mai cald în contact cu suprafața solului. Umezeala se repartizează pe un strat limită mai gros.

Capacitatea solului de a absorbi radiația solară variază funcție de natura suprafeței. O parte din energia primită, solul o reflectă imediat sub forma unor radiații în domeniul undelor lungi (infraroşii). Cu cât cantitatea de radiații reflectate scade, cu atât energia absorbită de sol creşte. În tabelul următor sunt date nişte valori orientative pentru pierderea de energie prin reflexie (după Wallington).

| Felul suprafeței | Radiația reflectată |
|---|---|
| Cereale | 3 - 15% |
| Pământ negru | 8 - 14% |
| Suprafețele nisipoase umede | 10% |
| Pământ sterp | 10 - 12% |
| Suprafețe nisipoase uscate | 18% |
| Suprafața înierbată | 14 - 37% |
| Arătura uscată | 20 - 25% |
| Deşert | 24 - 28% |
| Zăpadă şi gheață | 46 - 86% |

Ca şi în cazul spectrului vizibil al radiațiilor solare (lumina), pierderea de energie pe suprafețe netede şi deschise la culoare este deosebit de mare.

### *3. DURATA DE TRANSMITERE A CĂLDURII DE LA SOL LA AER*

Pe vânt puternic, datorită turbulențelor, amestecarea aerului din vecinătatea solului cu cel din straturile următoare este atât de amplă încât căldura solului se distrubuie repede unei pături relativ groase de aer. Prin aceasta solul este permanent răcit. În această situație se formează mult mai greu izvoare eficiente de aer supraâncălzit la sol şi implicit ascendențele largi şi puternice vor fi mai rare.

Zonele ferite de vânt prelungesc timpul de încălzire a maselor de aer. Astfel, în culturi de cereale temperatura între spice este cu 2-3 $^{o}$C mai ridicată decât la 0,5 m deasupra nivelului lanului. În cultura de cartofi s-au măsurat 2-5 $^{o}$C mai mult decât la 1 m deasupra. Iarba înaltă şi uscată, boschetii şi tufişurile uscate se comportă similar. Deasemenea casele şi coroanele copacilor pot reține timp mai îndelungat "perne de aer". Din punct de vedere al zborului ar putea părea surprinzătoare termicile excelente generate în umbra unor pante, unde probabil aerul a avut timp mai îndelungat la dispoziție pentru a se încălzi. Adânciturile din versanții dealurilor (munților) sunt în general foarte favorabile formării unor "pachete" de aer instabil.

Desprinderile repetate de termică implică reducerea intensității fiecărei ascendențe termice datorită secării premature a izvorului de energie. Dacă în schimb avem mai puține elemente de declanşare a termicii (vânt zero, relief uniform) atunci ascendențele vor fi mai rare şi mai puternice.

### *4. INSTABILITATE ÎN DIFERENȚA DE UMIDITATE*

O umiditate excesivă a aerului poate conduce la fenomene locale cum ar fi ascendențe peste zone mlăştinoase sau lacuri mai mici. Înregistrările făcute pe parcursul unor zboruri sondă când s-au înregistrat temperaturi mai mici ale ascendențelor decât ale mediului pot fi explicate pe această cale.

Modul de interacțiune a acestor fenomene practic nu poate fi măsurat. Chiar evoluția unui singur factor face aproape imposibilă urmărirea sa. Atunci cum am putea avea sub control aceste fenomene complexe, care în desfăşurarea lor se favorizează, compensează sau frânează reciproc ? Totuşi pentru tactica zborului însuşirea interacțiunii fenomenelor atmosferice este de o importanță capitală, acestea ajutându-ne să înțelegem mai bine ascendențele întâlnite şi astfel să ne formăm un bagaj util de experiență.

## O PLIMBARE IMAGINARĂ

În cazul în care zburăm la înălțimi mici estimarea locului de formare a termicii ar putea fi uşurată de imaginarea unei plimbări pe jos. Pe parcursul acesteia ne-am da seama foarte usor unde se puteau şi unde nu se puteau forma "pachete" de aer cald. De exemplu un sol nisipos ne-ar arde picioarele în timp ce corpul ne-ar rămâne într-un mediu răcoros. şi mai răcoros ar fi în pădure, mai ales într-una de foioase sau în apropierea unui pârâu, în contradicție cu un lan de cartofi sau cereale care ne-ar părea insuportabil de fierbinți. Acest exercițiu de imaginație are avantajul de a sonda pătura inferioară, cea care în condiții de vânt slab determină în mod hotărâtor formarea termicii. Un alt avantaj al plimbării este faptul că putem sesiza mai pregnant căldura asociată cu umezeala iar aerul umed este într-adevăr mai susceptibil de a participa la formarea termicii. Un dezavantaj este însă influența înălțimii. Într-un ținut muntos ne-am putea plimba doar în zone aflate la acelaşi nivel, altfel comparația nu mai are sens. Dar răspunsul la întrebarea dacă termica urcă într-adevăr deasupra izvorului ei sau în alt loc, depinde iarăşi de alți factori.

## UNDE VOM GĂSI DESPRINDERI TERMICE ?

Pachete de aer cald, chiar supraâncălzit, pot rămâne timp îndelungat într-o stare instabilă la sol dacă impulsul de declanşare lipseşte. Situația este similară cu picăturile de apă pe tavanul unei pivnite umede, care rămân suspendate până când atingem suprafața cu degetul, moment în care apa se prelinge pe deget într-o suviță alimentată din împrejurimea punctului de atingere. În cazul în care lângă sol se află suficient aer încălzit, un impuls cât de mic poate pune în mişcare imensul mecanism de mii de tone, al convecției termice.

Exemplu :

Concurs de juniori 1965.

Proba zilei : triunghi de 120 km pe termică slabă.

Am pornit pe traiect prea târziu, la primul punct de viraj am pierdut foarte multă vreme deoarece o acoperire a distrus aproape în totalitate termica. Prin radio aflu că în fața mea, în zona însorită se mai avansează iar ascendențele sunt moderate, în timp ce în spatele meu părea că nu mai zboară nimeni. Trebuia să ies de sub acoperire afară la soare. Ajung la marginea zonei însorite cu 400 m. În ciuda reliefului favorabil, culturi şi arături, nu se întâmplă nimic; zona a fost până nu demult umbrită iar aerul pare în totală nemişcare. Îmi raportez poziția şi locul unde voi ateriza, continuându-mi zborul în zona însorită. Zbor deasupra unui teren neted şi uniform, bun pentru aterizare, de-a lungul unei şosele naționale. La 200 m apar primele semne de mişcare în aer. Continui să zbor în S -uri dar nu găsesc nimic care m-ar putea determina să încep o spirală. La 150 m, cu terenul de aterizare demult ales îmi este clar că undeva prin apropiere trebuie să se formeze o ascendență pe care însă din cauza înălțimii mici nu o voi putea folosi, excepție făcând cazul în care voi găsi locul de declanşare. Relieful este complet neted şi uniform. Aflându-mă în tur de pistă la 120 m, mai mult pentru liniştirea mea decât din convingere că voi putea schimba soarta, execut o mică deviere peste o grămadă de pietre cu un băț în vârf (un punct trigonometric înalt de 3 - 4 m) şi într-adevăr urcarea este sesizabilă, încep o spirală pe stânga, după primul tur mai controlez posibilitatea de a ajunge la terenul de aterizare vizat, pierd 20 - 30 m după care centrându-mă mai bine sunt în stare să-mi păstrez înălțimea. Ulterior zero-ul se transformă în urcare, formându-se o ascendență puternică de 2 m/s. Mă consider un favorizat al soartei şi

savurez sentimentul înălțător de a fi scăpat, la limită, doar cu un ochi învinețit , din această confruntare cu natura.

Astfel de întâmplări nu sunt o raritate. În cazurile în care sunt nevoit să aterizez mi-am făcut un obicei în a survola toate punctele din raza mea de acțiune susceptibile de a declanşa termica, pentru a nu pierde şi cea mai mică şansa de a recâştiga înălțimea. Bine-înțeles că nu poate fi pierdută din vedere securitatea zborului şi a aterizării când ne aflăm în astfel de situații.

În timpul campionatului național al R.F.G. din 1969, decizia mea de a renunța la spiralarea pe zero la 120 m deasupra unui tăpşan neted, arat, cultivat şi în umbră m-a salvat de la o prematură aterizare pe traiect. Deşi cu 300 m deasupra mea mai urcau vizibil m-am hotărât să zbor la piciorul însorit al pantei, unde deasupra unor case şi tufişuri am dat de punctul de declanşare al unei puternice ascendențe. Alți colegi de soartă care au ajuns deasupra arăturii cu înălțime mică s-au văzut nevoiți să aterizeze la mai puțin de 500 m de mine.

În 1971, în Australia, m-a salvat o lizieră de plopi deasupra căreia am reuşit să fac o spirală înainte ca un coleg să ajungă acolo cu aceeaşi înălțime. Prin această spirală suplimentară am ajuns să mai prind ascendența, în timp ce colegul meu, pierzând doar câțiva metrii (importanți) nu a reuşit să mai urce.

La European Gliding Competition în 1972, Dunstable - Anglia, a devenit un adevărat obicei căutarea unor nesemnificative focuri de câmp, care în condițiile unei acoperiri translucide uniforme şi vânt slab, deveneau locuri relativ sigure de declanşare a termicilor.

Şirul ar putea continua la nesfârşit. Cu cât condiția meteo şi relieful sunt mai uniforme cu atât discontinuități mai mici pot produce declanşarea termicii. În continuare enumerăm câțiva declanşatori de termici, mai des întâlniți :

### *1. IMPULSURI DE DECLANŞARE ÎN ATMOSFERA CALDĂ*

Diferența de temperatură :

- creasta munților (versanții sunt încălziți diferit)
- margini de păduri
- limita zăpezilor în munții înalți
- malul apelor

Temperaturi locale foarte ridicate :

- focuri
- centre industriale, mai ales furnale

Impulsuri în mişcare :

- vehicule
- decolare la mosor
- mişcarea aerului datorată unei convecții deja existente

### *2. IMPULSURI DE DECLANŞARE PE VÂNT*

Există într-o mare varietate, mai ales pe pante care au (chiar dacă într-o mică măsură) ascendență dinamică. Se cuvine să amintim mai ales diuzele de pe pantă, modificări ale reliefului (variații de pantă).

Neuniformități în suprafața solului, clădiri, etc.

Păduri şi alte discontinuități de vegetație

Coasta mării în cazul brizei de mare.

Pe vânt puternic situația se schimbă. Datorită turbulenței excesive, formarea de rezervoare de aer cald la sol devine imposibilă. Căldura solului este transmisă unui strat de

turbulență, gros în acest caz, care în situația unei uşoare instabilități se desprinde ca ascendența generată de turbulența proprie şi deci independența de relief. Doar muchiile deosebit de mari ale reliefului îşi păstrează şi în aceste condiții de vânt proprietatea de a fi puncte sigure de declanşare a termicii (şi generează termica de serviciu).

## CĂUTAREA TERMICII LA ÎNĂLȚIME MICĂ

Dacă pe parcursul zborului de distanță am ajuns la înălțime mică indiferent din ce motiv, nu ne vom mai orienta după nori. Nu trebuie să ne atragă nici cei care urcă bine la înălțime mare deoarece este posibil ca ascendența lor să fie întreruptă în apropierea solului. Nu de puține ori am văzut la concursuri cum unii piloți sunt nevoiți să aterizeze sub alți concurenți, care urcând la înălțime au fost considerați "indicatori de termică". Astfel de experiențe sunt deosebit de dureroase. Pentru ca într-o situație meteo dată să găsim (în mod independent) ascendența salvatoare trebuie să derulăm rapid filmul cu tot ceea ce am amintit mai sus despre formarea termicilor şi locul de declanşare al acestora. Dacă nu găsim ascendența aşteptată în locul presupus cel mai favorabil, şi aceasta va fi situația cel mai des întâlnită atunci fie că nu am cântărit bine contribuția fiecărui factor, fie că raționamentul a fost corect şi termica s-a desprins din locul respectiv dar cu o jumătate de oră mai devreme, iar pe moment rezervorul de aer încălzit tocmai se reface, asigurând aerul instabil pentru o ascendență următoare. [a]ansa noastră de a găsi o ascendență activă va fi totuşi mare în cazul în care am fi zburat tot înainte, învinuind soarta că nu ne-a scos în cale o ascendență puternică. Dacă la înălțime mică găsim un zero, în care spiralând, cel puțin nu pierdem înălțime, este recomandabil să nu părăsim această ascendență. În cazul existenței insolației situația noastră de obicei se va îmbunătăți şi în curând vom urca. Chiar dacă nu reuşim să urcăm, totuşi am câştigat timp (pe moment nu se pune problema vitezei) pentru inventarierea tuturor locurilor posibile de declanşare a termicii. şi poate că în acest timp descoperim chiar undeva în apropiere un semn cert al ascendenței, o pasăre spiralând sau ceva asemănător.

***REFERITOR LA PĂSĂRI*** : Eretele este doar unul din păsările răpitoare care au un deosebit simț al termicii ("variometrul" lor natural încă nu a fost localizat din punct de vedere biologic, în prezent presupunându-se că urechea internă ar fi răspunzătoare de această capacitate deosebită). Dar şi alte păsări, berzele, pescăruşii, rândunelele, iar în țările calde, condorii şi pelicanii sunt "căutători" iscusiți de termică, care de regulă găsesc mai bine curentul ascendent decât noi cu toate cunoştințele noastre meteorologice şi instrumentația precisă ( deseori electronică). O recunoştință deosebită trebuie să păstrăm lăstunilor (păsări asemănătoare rândunelelor, pe care le putem vedea pe timp de vară executând cu mare precizie evoluții spectaculoase însoțite de sunete stridente). Motivul pentru care caută termica (pentru a zbura fără efort sau pentru că aici sunt cele mai multe insecte) rămâne o problemă de ordin secundar. Oricum, în locul în care întâlnim (urcând) aceste păsări, putem să uităm liniştiți de instrumentele noastre de zbor pentru că o ascendență mai bună nu vom întâlni în apropiere. Dacă într-un loc spiralează un erete iar altundeva vedem "zbenguindu-se" lăstuni putem fi siguri că la cei din urmă urcă mai bine. [a]i mai putem învăța ceva de la aceşti artişti ai zborului. După nici 2 - 3 spirale pe care le facem împreună cu lăstunii dispar brusc. Nu pentru că le-am inspira teamă, din moment ce zboară cu viteza noastră iar la manevrabilitate ne şi întrec (oare câți "g" suportă în evoluțiile lor?) ci pentru că au schimbat centrul spiralării şi urcă mai bine în alt loc, înainte ca noi să ne dăm seama! Dacă am reuşi să ne centrăm la fel de repede şi de perfect ca aceste păsări şi să fim la fel de mobili, atunci am putea să stoarcem maximul posibil dintr-o anumită condiție meteo dată. [a]i ce departe suntem de aceasta! O altă posibilitate, mai bună decât cea oferită de instrumente dar totuşi net inferioară informațiilor oferite de păsări este compararea situației noastre cu cea a planoarelor vecine, care la aceeaşi

înălțime fiind, caută aceeaşi termică. Cel care în astfel de condiții cu ochii lipiți de variometru, zboară periculos (nu numai pentru el dar şi pentru ceilalți piloți) dar şi nepriceput, pentru că este mult mai uşor de sesizat locul urcării maxime comparând traiectoriile planoarelor care spiralează la acelaşi nivel.

***ÎN CAZUL SPIRALĂRII PE ZERO*** : Este recomandabil să ne aruncăm privirea din când în când la altimetru, prin aceasta putând evita situațiile în care absorbiți fiind de centrare, ajungem deasupra colegilor de zbor doar datorită faptului că pierdem mai puțină înălțime decât aceştia, sesizând astfel prea târziu ce inutilă a fost strădania noastră. După aterizarea pe terenul comun ne putem întreba atunci reciproc : de ce nu te-ai dus mai departe, atunci cu siguranță că şi eu aş fi ...?

***ÎN ZILELE FĂRĂ VÂNT*** : Putem recunoaşte uneori desprinderea termicii după mişcarea lanurilor de cereale. În țările calde, cu sol afânat, desprinderile ridică nu numai bucățelele de hârtie dar şi mari cantități de praf, astfel încât se formează adevărate "coloane de praf" care vizualizează ascendența pe fundalul peisajului încins. Ambele indicii sunt semne sigure de termică pentru că ele ne sesizează pe cale optică momentul desprinderii ascendenței de sol (deci faza favorabilă de început).

***SUCCESIUNEA ETAPELOR*** : În căutarea mintală a izvoarelor de termică şi a punctelor de desprindere ar trebui să începem cu întrebarea privind intensitatea şi direcția vântului. După aceasta va trebui să analizăm, folosind eventual metoda plimbării imaginare, locurile unde se putea forma (şi acumula) aer cald. Următorul pas ar viza depistarea unei discontinuități, care sub influența vântului să poată determina desprinderea masei de aer (supra)încălzite. În general pe condiție de ascendență seacă evaluarea posibilităților de termică este mai uşoară şi mai sigură deoarece nu există zone de umbră care să acționeze în sensul opririi insolației la sol.

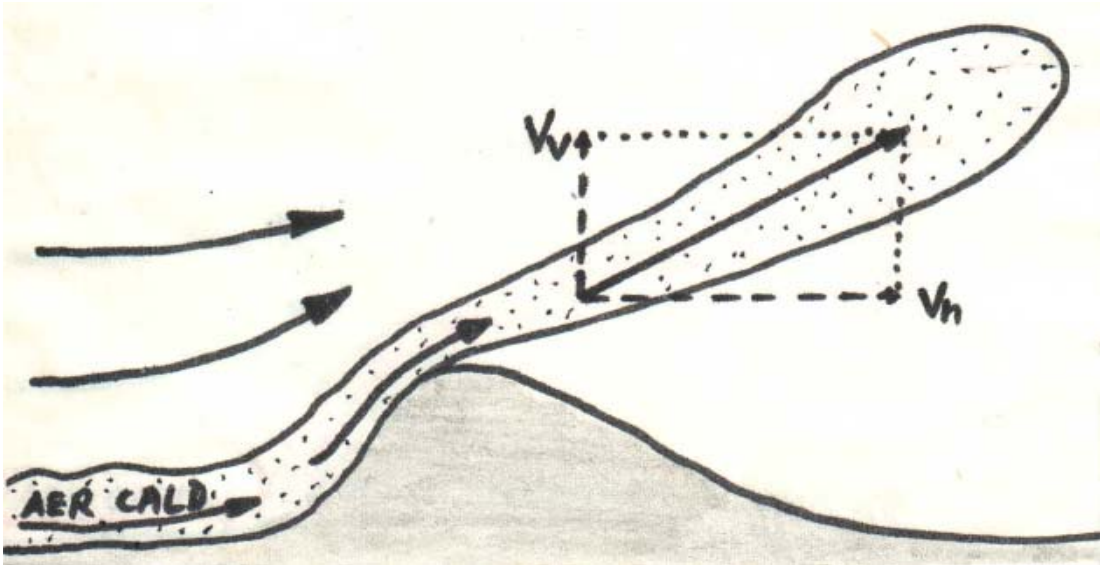



Foto : Declanşare oblică de pe pantă :
unde :
$V_v$ - componenta verticală a termicii
$V_h$ - componenta orizontală a termicii

***ÎN ZONE MONTANE*** : De cele mai multe ori merită să zburăm de-a lungul crestelor, deoarece în aceste zone, termica analog vânturilor anabatice, se prelinge în sus pe pantă, rupându-se de aceasta la nivelul coamei. Dacă ne aflăm la verticala crestei, ne este indiferent pe care versant se află izvorul termicii, pentru că desprinderea va avea loc mai

întotdeauna pe coamă. Dacă ne aflăm sub nivelul maxim putem să ne aşteptăm ca termica existentă să nu fie verticală ci oblică (urmărind panta) iar această posibilitate creşte cu cât versantul este mai abrupt. Această "termică de pantă" o vom întâlni des, mai ales pe vânt slab iar exploatarea ei se face printr-o tehnică similară celei de zbor în curent ascendent dinamic. În cazul în care versantul prezintă variații de pantă (discontinuități), termica ruptă de creastă este purtată de vânt (a cărui intensitate creşte deasupra pantei), se formează un curent ascendent oblic, în care spiralând, trebuie în permanență să deschidem spre vânt pentru a nu fi deplasați în umbra pantei. Această "deschidere" trebuie să fie cu atât mai pronunțată cu cât vântul este mai puternic şi ascendența mai slabă. În cazul spiralării la înălțime mică trebuie în principiu să centrăm şi mai atenți ca de obicei deoarece o singură spirală în descendență, aterizați fiind în arătură, să avem timp berechet să reflectăm asupra greşelii noastre. Este adevărat că la înălțime mică ascendența ne poate deplasa în interiorul ei datorită confluenței aerului de alimentare, fără a face manevre de centrare dar înfundarea proprie a planorului face ca tocmai spiralând "pe zero" să ieşim din termică dacă aceasta este chiar uşor înclinată. În acest caz viteza verticală din termică $V_v$ compensează tocmai înfundarea în timp ce componenta orizontală $V_h$ ne scoate din termică în partea opusă vântului, dacă nu facem la fiecare spirală o corecție spre vânt. Deci niciodată nu ne putem baza pe ipoteza că până la urmă planorul va fi absorbit în centrul termicii. O concentrare maximă, perfecta stăpânire a planorului dar şi o compensare precisă a variometrului (de energie totală) sunt necesare pentru că în asfel de situații limită să putem face tot posibilul.

***SIGURANȚA ZBORULUI ÎN SPIRALARE LA ÎNĂLȚIME MICĂ*** : Este de la sine înțeles că stăpânirea perfectă a planorului este o necesitate intrinsecă a zborului de distanță, iar pentru siguranța zborului o condiție deosebit de importantă. La înălțime mică putem fi deseori surprinşi de turbulențe neaşteptate. Începătorii au tendința ca spiralând foarte aproape de sol să zboare cu viteză mare pe semispirală cu vântul de față şi cu viteză mică pe cea cu vânt de spate, unde i se pare că solul defilează cu viteză prea mare. Deoarece glisadele şi derapajele necontrolate sunt deosebit de periculoase în apropierea solului trebuie în permanență să controlăm pe lângă vitezometru şi firul indicator de pe cabină, unul din instrumentele cele mai importante ale pilotului de performanță. Câteva din gravele accidente produse ar fi putut fi astfel evitate. Dacă pe vânt de față ajungem aproape de sol trebuie să ținem cont că viteza noastră față de sol va creşte datorită scăderii vitezei vântului în apropierea solului. Condiția cea mai importantă de respectat la căutarea termicii la înălțime mică este securitatea zborului. Un teren de aterizare, ales în prealabil, trebuie să fie permanent în raza noastră de acțiune pentru cazul în care suntem surprinşi de descendențe neaşteptate.

## INTRAREA ÎN CURENTUL ASCENDENT

În apropierea unei ascendențe, în mod normal ne va creşte înfundarea. Această zonă trebuie să o străbatem foarte repede, corespunzător indicației inelului McCready sau a variometrului de salt. Dacă urmează o ascendență cu valoare care ne convine atunci nu ne rămâne decât să transformăm viteza în înălțime prin tragere hotărâtă de manşă şi urcare pe o pantă accentuată. În partea superioară a acestei figuri înclinăm aripa şi începem virajul, iar viteza rămasă trebuie să aibă valoarea corespunzătoare zborului în spirală. Acest viraj în urcare trebuie să-l stăpânim începând de la examenul de brevetare şi trebuie să ne intre în reflex. Firul director de pe capotă va sta la mijloc pe tot parcursul manevrei. Este evident că pentru a executa o astfel de evoluție avem nevoie de un VET perfect compensat, din a cărui indicație putem concluziona încă din faza de cabrare dacă ascendența are valoarea aşteptată, sau cu o jumătate de metru mai puțin, şi care să ne ferească de spiralare inutilă în ascendență prea slabă sau chiar descendență.

Uzual însă faptele se derulează mai simplu : ajungem într-o zonă ascendentă, dar nu ştim încă dacă ascendența atinge valoarea minimă pe care ne-am propus-o pentru a ne opri în ea. Pentru a nu trece cu nepăsare pe lângă ascendență reducem viteza la 100 km/h sau mai puțin. Dacă planorul începe să urce nu ne înscriem imediat în viraj, la urma urmei scopul nostru fiind de a urca în timp minim în locul cel mai favorabil. Ne concentrăm simțurile, înregistrăm fiecare turbulență, zburăm în uşoare S - uri ținând foarte fin de manşă şi corectând înspre partea în care aripa are tendința de a se ridica. Nu începem însă nici un viraj până când indicația VET - ului nostru nu trece cu 0,3 m/s (din cauza înfundării crescute în viraj) peste valoarea pe care ne-am propus-o ca fiind rațională în condițiile date. Urmărim momentul în care urcarea a atins valoarea maximă şi tocmai începe să scadă.

Dar în ce parte să începem virajul ? O poveste larg răspândită este cea referitoare la sensul de rotație al termicii. Este evident că într-o ascendență care urcă în spirală ar fi mai avantajos să spiralăm în sens invers rotirii aerului deoarece viteza şi forța centrifugă mai mică ne-ar permite o poziționare spre centru. În mod normal însă ascendențele au o mişcare de rotație (după desprindere) doar în apropierea solului, iar probabilitatea sensului este egală (conform unor observații efectuate a peste 100 de declanşări). Cazuri de excepție cum ar fi tornadele, întâlnim din fericire foarte rar. H. Jackinch la Seminarul de zbor de performanță, la Berlin, 1972 argumenta astfel: Până când norii nu au o mişcare de rotație .....” . Deci sensul de spiralare putem să ni-l alegem.

Prima noastră mişcare de centrare determină şi partea pe care începem virajul spre zona de urcare mai bună. Cei care au o parte preferată cu greu vor alege sensul invers, prin aceasta pierzând deseori şanse de a ajunge în timp minim în centrul urcării. Dacă la trecerea prin zona ascendentă (zburând foarte atent) indicația variometrului nu depăşeşte valoarea pe care ne-am fixat-o ca minimă rentabilă pentru spiralarea în condiția dată plus 0,3 m/s ne continuăm zborul în linie dreaptă spre următoarea ascendență fără a pierde timp inutil chiar şi printr-o singură spirală.

## CENTRAREA - ZBORUL ÎN ASCENDENȚĂ

Să ne amintim din nou de erete sau mai bine de lăstun. Aceşti specialişti de termică nu-i vom vedea spiralând mai mult de un minut în acelaşi loc şi acest fapt cu siguranță are o explicație. Masa de aer a termicii nu este nici pe departe omogenă, planorul poate fi puternic ridicat de o “bulă” supraâncălzită sau poate părea că “paraşutează” într-o masă de aer inițial caldă amestecată cu cel din mediul încojurător. La acestea se mai adaugă o serie de vârtejuri orizontale (cu precădere în apropierea straturilor de inversiune sau forfecare de vânt) care ne îngreunează existența. Ici şi colo mai întâlnim şi ascendențe uniforme care după centrare ne permit să zburăm 5 - 10 spirale fără corecții, dar acestea bineânțeles că nu sunt un caz general. Deci centrarea nu este o operație pe care să o facem o singură dată, la intrarea în ascendență care pe urmă ne poartă liniştit până la baza norului, ci este o necesitate pe tot parcursul urcării.

Folosindu-ne de simtul accelerației, de variația semnalului variometrului acustic, de mişcarea limbii VET - ului (nu numai de poziția ei momentană) şi de zgomotul produs de creşterea vitezei încercăm să determinăm dacă zburăm spre o zonă cu urcare mai bună. Efectul accelerației are aici prioritate absolută pentru că permite conoaşterea tendințelor încă din faza incipientă şi reacția în timp util. Chiar şi un variometru ideal, având constanta de timp 0, adică fără inerție în indicații, ar arăta urcare doar după mişcarea în sus a planorului. Intrarea în această zonă ascendentă o putem sesiza cu secunde (sau fracțiuni de secundă) mai devreme datorită accelerației verticale care apare.

Este curios că în ciuda fanatismului din domeniul variometrelor şi al electronizării acestora, nu s-a găsit cineva care să introducă valorile accelerațiilor verticale într-un calculator compensat (care să nu înregistreze mişcările datorate manşei). Pentru rezolvarea

acestei probleme folosim în momentul de față cu destul succes "calculatorul" nostru natural. Celulele nervoase ale acestuia pot prelucra cu succes date de intrare relativ complexe.

Direcția în care se află zona urcării mai bune o putem recunoaşte după particularități de la sol, aspectul norilor sau poziția acestora. Dacă în timpul continuării spiralei este ridicată aripa din exterior (în zona "suspectă") atunci presupunerea noastră este confirmată. De îndată ce ieşim din această zona favorabilă ne putem imagina unde şi cât de mare a fost nivelul termicii. Conştient, sau fără voia noastră, încercăm să ne formăm o imagine plastică asupra repartiției ascendenței, asemănătoare cu un relief, în care munții ar reprezenta ascendențele bune iar văile, ascendențele slabe sau chiar descendențele.

## TREI METODE DE CENTRARE

Modul în care ne deplasăm spirala pentru a face să coincidă centrul cercului descris de cu centrul ascendenței este în principiu indiferent. Important este ca mişcarea să se facă rapid. Dacă avem certitudinea locului unde ascendența este maximă atunci nu trebuie să ne temem de pierderile cauzate de manevrele bruşte şi comenzi în care urcarea este cu 1 m/s mai mare, compensează din plin toate pierderile. În principiu trebuie să ne fie clar că centrarea după metoda clasică : la creşterea urcării scoate din înclinare, zboară un timp scurt drept înainte, înclină din nou (metoda 1) are o probabilitate de reuşită mai mică decât metoda lui Huth : la scăderea urcării strânge virajul o jumătate de sprirală şi la creşterea urcării revine la înclinarea inițială (metoda 2).

Dacă dorim să centrăm cu pierdere minimă de timp dar şi cu şanse mai mari de reuşită, atunci după părerea mea, cel mai bine ar aplicarea combinată a celor doua metode (metoda 3):

- la creşterea urcării scădem din înclinare (până la aproximativ 15 - 20$^o$)
- la slăbirea urcării accentuăm înclinarea (până la aproximativ 50$^o$)
- la urcare constantă zburăm cu înclinare constantă (aproximativ 25 - 30$^o$)

**Observație:**
În cadrul regulii de mai sus ne referim la <u>modificări</u> ale valorilor urcării, nu la urcare bună sau slabă privită ca valoare absolută.

Din figura următoare observăm că metoda 3 permite o mai mare deplasare a centrului de spiralare. Aceasta înseamnă o centrare mai rapidă sau o centrare la fel de rapidă în cazul în care faza de creştere a înclinării (A - B) nu este executată atât de accentuat şi implicit defavorabilă din punct de vedere aerodinamic. Înclinări de peste 45$^o$ au ca urmare o creştere disproporționată a înfundării proprii.

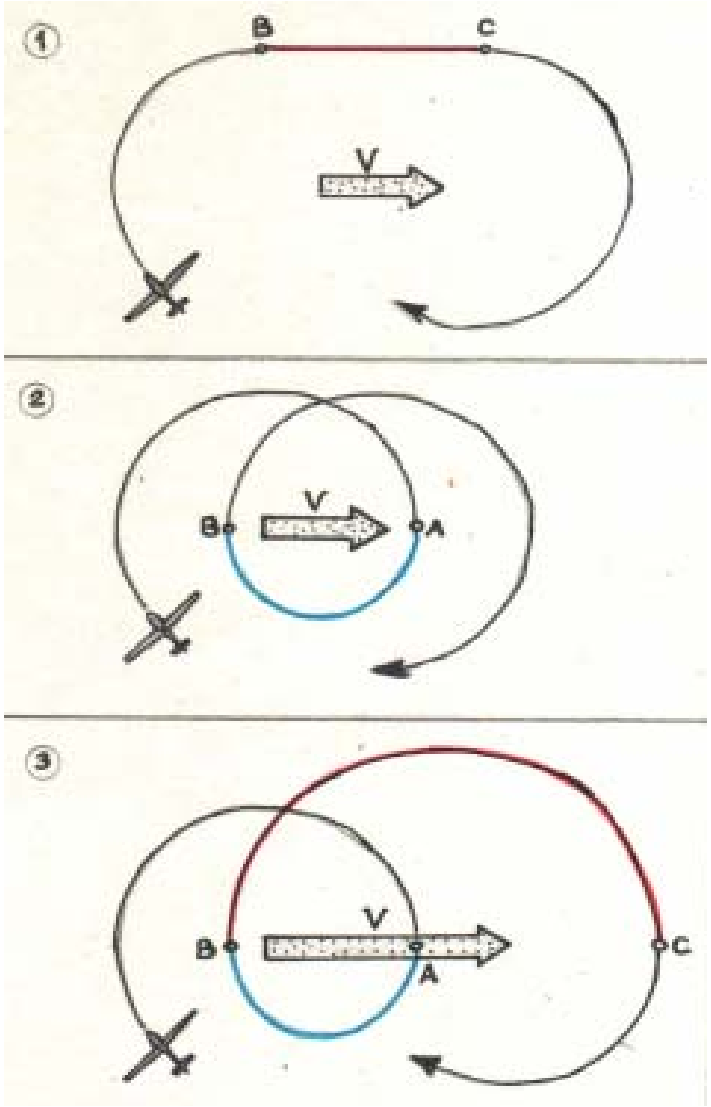



Foto : Metode de centrare:
(urcarea creşte de la stânga la dreapta)

***Metoda :***

1. - la creşterea urcării, scoaterea din înclinare (B - C) dezavantaj : imprecis
2. - la scăderea urcării, creşterea înclinării pentru 1/2 din spirală (A - B)
3. - la scăderea urcării, creşterea înclinării (A - B)
   - la creşterea urcării, scăderea înclinării (B - C)

Regulile de centrare au întotdeauna dezavantajul de a fi prea rigide. Din acest motiv metodele prezentate mai sus trebuie privite ca procedee de bază care trebuie modificate şi adaptate funcție de gradul de turbulență, valori ascensionale etc. Totuşi ele trebuie să servească ca bază pentru zborul de antrenament. Capacitatea noastră de imaginare a "reliefului" termicii însă are prioritate în fața acestor reguli ajutătoare.

Metoda 3 are avantajul de a ne deplasa repede înspre centru şi de a fi aplicabilă şi în cazul în care spiralarea s-a efectuat în prealabil cu înclinare mare. Avem certitudinea că ne deplasăm înspre centrul termicii chiar dacă momentele scoaterii din înclinare şi a creşterii acesteia nu au fost riguros respectate (în opoziție cu metoda 1, dar totuşi nu este atât de insensibilă la greşeli de pilotaj ca metoda lui Heinz Huth, dublu campion mondial).

## O TEHNICĂ CORECTĂ DE SPIRALARE

Este în mod normal o premiză a urcării optime. Firul indicator de pe cabină este, în acest sens, un instrument fin, de neânlocuit care ne sesizează imediat orice derapare sau glisare. Totuşi mai importantă este ajungerea rapidă în centrul ascendenței. Spirala cea mai frumos executată nu ne ajută cu nimic dacă doar o parte din ea se află în ascendență. Deci:

1. centrare şi
2. zbor corect.

## ÎNCLINARE LATERALĂ, VITEZĂ, RAZĂ DE SPIRALARE

Deoarece nu putem exploata urcarea maximă din centrul ascendenței în zborul nostru circular cu o anumită rază, vom încerca cel puțin să ne apropiem cât mai mult de "miez" printr-o spiralare cât mai strânsă. Aceasta implică însă creşterea forței centrifuge, a vitezei şi mai ales a înfundării proprii. Dacă intensitatea ascendenței este mult mai mare în centru, adică ascendența are un gradient mare (gradientul ascendenței = creşterea valorii ascendenței înspre centru) atunci spiralarea mai înclinată poate fi rentabilă. Dacă însă repartiția orizontală a ascendenței este mai uniformă (gradient mic) atunci se recomandă o spiralare cu înclinare mai mică şi implicit o înfundare proprie mai mică. Pentru fiecare ascendență, sau mai precis pentru fiecare gradient al ascendenței, există deci o rază de spiralare optimă care la rândul ei depinde de tipul planorului. Comportarea în viraj a planoarelor este reprezentată prin aşa numitele polare de viraj (în care se prezintă înfundarea proprie funcție de raza de viraj). Important de ştiut este că valorile optime sunt corelate în mod univoc, adică pentru o anumită rază rezultă o singură viteză optimă căreia îi corespunde o singură înclinare laterală optimă. În condițiile meteo caracteristice pentru Europa Centrală planoarele de azi urcă optim la o înclinare laterală de aproximativ $30^o$ . Totuşi pot fi întâlnite mari abateri de la această valoare standard.

Întotdeauna trebuie deci să ne străduim să spiralăm cu înclinarea cea mai potrivită. Viteza corespunzătoare se va afla cu câțiva km/h peste valoarea la care se trece la zborul paraşutat (cu înfundare mare) la acea înclinare.

În aproape toate termicile este necesară adaptarea înclinării laterale (şi implicit a vitezei şi razei de spiralare) la gradientul ascendenței, care poate varia cu înălțimea. Deseori în zona inferioară mai îngustă necesită înclinări de $40^o$ - $50^o$ în timp ce în treimea superioară optimul este de $25^o$. De cele mai multe ori, la înălțimea la care urcă cel mai bine, ascendențele sunt mai înguste.

## ZEROUL ÎN ASCENDENȚE NECENTRABILE

Aproximativ jumătate din ascendențe sunt suficient de omogene pentru a ridica uniform un planor care spiralează. Cealaltă jumătate ne saltă în sus cu valori schimbătoare ale urcării. Totuşi tehnica de exploatare a termicilor este bazată exclusiv pe spiralare.

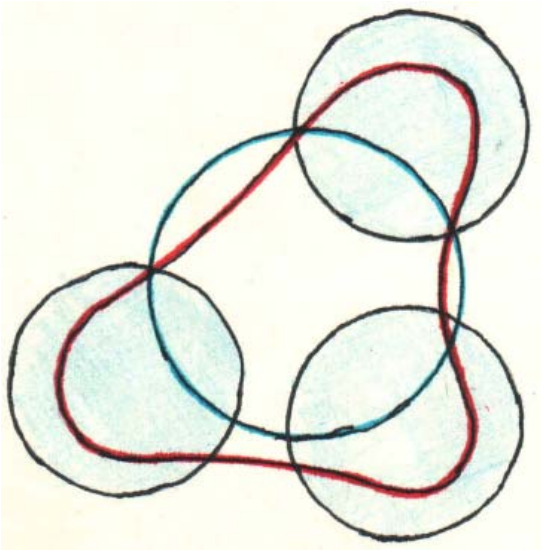


Foto : Spirale deformate (schemă exagerată)

Cerc deformat cu trei viraje strânse şi cabrate. Prin aceasta timpul de zbor în cele 3 ascendențe (zone de ascendență) bune creşte datorită:
1. - scăderii vitezei
2. - creşterii distanței parcurse

(Razele de viraj deosebit de mici din centrele ascendențelor sunt posibile datorită cabrajului care l-a precedat)

Cerc normal (centrat optim) pentru comparație.

Aceasta este lipsită de sens şi nu corespunde nici traiectoriilor urmărite în zbor de către păsări considerate de noi ca "dascăli" în zborul termic. Pentru a exploata într-o oarecare mai bună măsură, zonele de ascendență mai puternică, ar trebui să executăm nişte "spirale deformate": la creşterea ascendenței se cabrează, viteza se reduce şi se scoate din înclinare sau se strânge şi mai mult virajul după cum o cere poziția relativă a celorlalte centre.

În principiu şi pentru această situație există ceva asemănător optimizării vitezei medii de drum după teoria lui McCready. Din păcăte marea diversitate a situațiilor posibile (diferite rapoarte între intensitatea ascendenței, diverse suprafețe ale zonelor ascendenței şi diverse diametre ale virajelor etc.) face practic imposibilă găsirea unei reguli general valabile. Totuşi piloții de performanță ar trebui să încerce să obțină pe această cale, urcări mai bune, cu condiția să nu existe şi alte planoare la aceeaşi înălțime deoarece curbele spațiale rezultante ar fi cu siguranță traiectorii imprevizibile.

Pentru piloții neexperimentați nu se recomandă acest rafinament tehnic, care presupune o stăpânire perfectă a planorului. Chiar şi piloții destul de buni pot prin aceasta să piardă termica sau să intre în derapaje, glisade sau chiar angajări, în timp ce spiralând uniform ar fi urcat mai bine.

În afară de cele arătate, această tehnică de zbor necesită un variometru perfect compensat, pentru că în lipsa acestei calități indicațiile devin aleatoare şi nu mai prezintă interes, dar această ultimă cerință nu este suplimentară pentru că un variometru compensat este oricum indispensabil la bord.

## ZBORUL PLANOARELOR ÎN GRUP ÎN TERMICĂ

Urmează câteva reguli importante privind comportarea la zborul în grup, care au drept scop evitarea apropierii excesive, a dezavantajării sau periclitării piloților.

1. - primul sosit în termică determină sensul de spiralare
2. - cel care soseşte ulterior trebuie să zboare în aşa fel încât să nu deranjeze planoarele care deja spiralează, adică intrarea în termică trebuie să se facă progresiv din spiralarea tot mai strânsă în exteriorul curentului ascendent.
3. - cel care îşi deplasează spirala nu are motiv să deranjeze celelalte planoare care spiralează în grup.
4. - cel care urcă mai bine va zbura astfel încât să nu deranjeze pe cei care urcă mai slab.

5. - în principiu nu se recomandă intrarea sub un alt planor deoarece la viteze mici, mai ales, acesta nu are posibilitatea de degajare.
6. - piloții au îndatorirea să urmărească în permanență spațiul aerian şi să cunoască pozițiile celorlalte planoare în orice moment.
7. - în principiu trebuie zburat astfel încât să rămînem la vedere pentru ceilalți piloți.

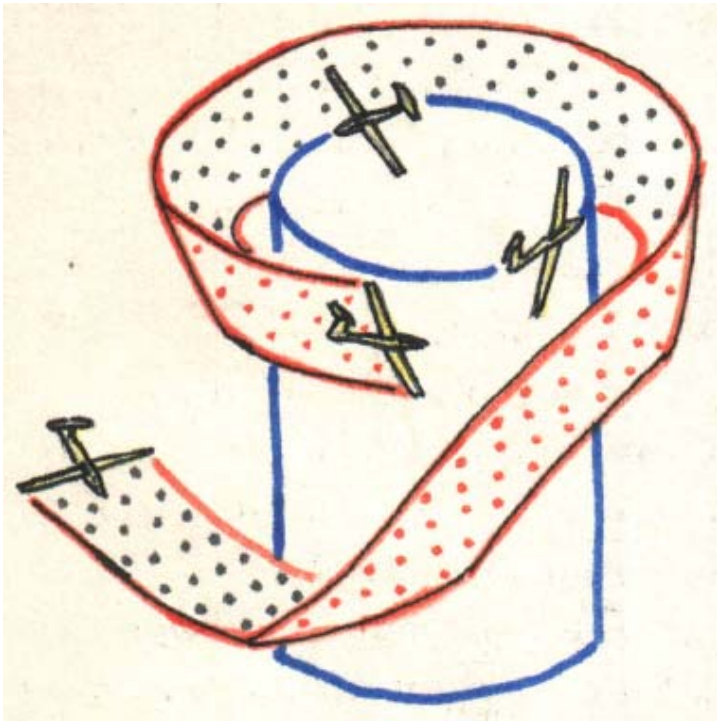


Foto : Apropierea de un grup printr-o evoluție în spirală

Urmărirea altor planoare nu este numai o cerință a siguranței în zbor dar ne arată cu certitudine unde este urcarea mai bună. Dacă toți procedează în acelaşi fel, atunci (în general) nu se produce dezorganizare în grup. Cei indisciplinați, care intră direct în mijlocul grupului şi cei care la acest tip de zbor stau cu ochii pironiți în variometru reprezintă o categorie de piloți nepotriviți zborului competițional.

## PĂRĂSIREA TERMICII

Dacă în ciunda manevrelor noastre de centrare ascendența slăbeşte, atunci se recomandă părăsirea ei la o valoare care să fie egală cu valoarea presupusă a urcării inițiale în ascendența următoare. Această fază trebuie corect înțeleasă: momentul părăsirii termicii nu este legat de ascendența medie, un rol hotărâtor jucându-l termica următoare a cărei intensitate de început trebuie să o estimăm. Nu există ceva mai supărător, decât chinul urcării într-o ascendență de 0,5 m/s (într-un timp triplu) după ce în prealabil am părăsit o ascendență de 3 m/s în momentul când aceasta a ajuns la 1,5 m/s. La fel de greşită este şi situația inversă, chiar dacă psihic ne consumă mai puțin, şi anume urcarea îndelungată într-o ascendență de 0,5 m/s, în condițiile în care am fi putut câştiga înălțimea respectivă într-un timp de 3 ori mai scurt, într-o termică învecinată de 1,5 m/s.

Nu rentează urcarea până aproape de baza cumuluşilor plați în termică tot mai slabă.

Americanul George Moffat, campion mondial de planorism în 1973 şi 1974, recomanda tehnica pilotului polonez Witek de părăsire a ascendenței, printr-o manevră de

cabrare urmată de un viraj strâns şi accelerarea prin miezul termicii până la viteza necesară trecerii prin înfundarea presupusă ce mărgineşte ascendența.

Întotdeauna la părăsirea ascendenței trebuie să avem fixată următoarea ascendență, poate chiar şi a doua, pentru a putea zbura hotărât în direcția respectivă.

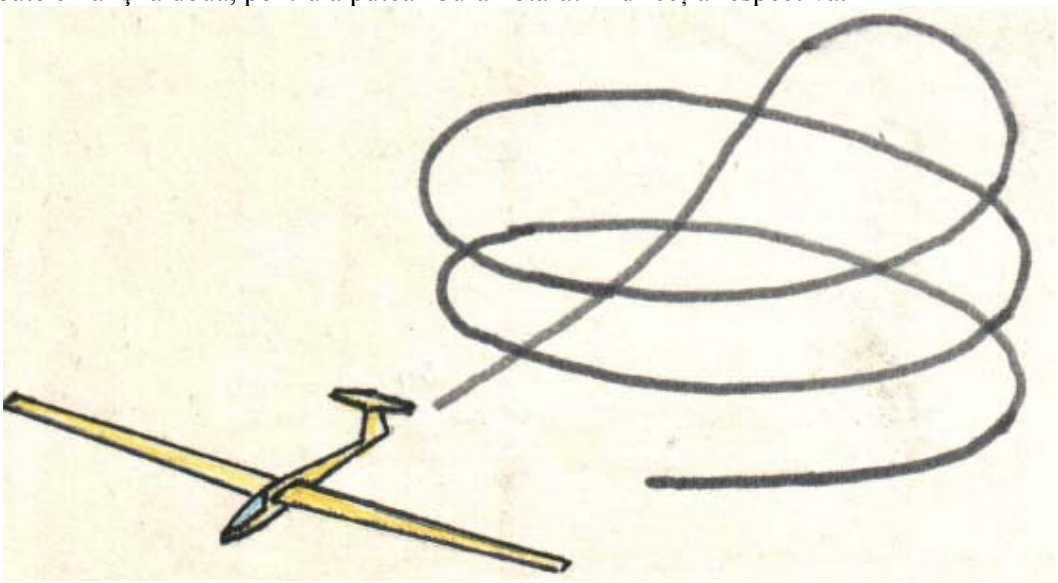


Foto : Părăsirea termicii

## ZBORUL TERMIC ÎN CAZUL NORILOR CUMULUS

Să ne imaginăm o condiție meteo ideală pentru zborul cu planorul : acoperire 1/8 - 2/8 Cu la 1500 m înălțime.

Dacă trecem pe sub fiecare nor aflat pe traiectul nostru vom constata că în cel mai bun caz doar fiecare al treilea nor va furniza o ascendență exploatabilă. Prin urmare repartizarea ascendențelor va fi nu la 1/8 sau 2/8 ci la $1/2^4$ , $2/2^4$ , situație esențial deosebită. Trebuie deci să învățăm a deosebi cu certitudine norii buni de cei ineficienți, încă de la distanță, pentru a ne feri de deziluzii şi ocoluri fără sens.

O regulă de bază este cunoaşterea faptului că ascendența are rolul primar (de cauză) în timp ce norii cumulus au rol de urmare (de efect) iar viața lor o succede parțial pe cea a ascendențelor. Existența unui nor cumulus nu implică în mod obligatoriu şi existența unei ascendențe sub acesta.

## EVOLUȚIA TERMICII ÎN CAZUL CUMULUŞILOR DE TIMP FRUMOS

Vezi figura de pe pagina următoare.

1. - La sol se acumulează aer cald (în modul descris anterior).
2. - Masa de aer cald este desprinsă de sol datorită unei cauze oarecare şi începe să urce.
3. - La naştere un curent ascendent mai mult sau mai puțin vertical (în cazul alimentării insuficiente cu aer cald de la sol legătura se poate întrerupe iar urcarea se face sub formă de bulă termică).
4. - Dacă vârful ascendenței a atins nivelul de condensare (nivelul bazei celorlalți Cu) atunci inițial aerul devine local cețos, pentru că în scurt timp (10 sec. - 1 min.) condensarea să înceapă masiv.
5. - Norul îşi începe existența prin aglomerări separate de vapori condensați. Acestea cresc şi se unesc.

6. - Marginile norului se conturează tot mai precis. Forma devine compactă. În locul în care urcarea este maximă se formează excrescențe pronunțate care cresc rapid. Privită de jos baza este mai întunecată în aceste locuri. Aceste formațiuni nu fac numai plăcere ochilor dar sunt un indiciu sigur al ascendenței. În calitatea noastră de piloți planorişti ar trebui să fim ca nişte esteticieni şi ar trebui să căutăm norii cei mai frumoşi în faza lor de maturitate optimă. Culoarea mai întunecată a unei părți a norului se poate datora nu numai faptului că aici norul este mai gros dar şi posibilității ca zona să conțină picături mari de apă. [a]i acesta este un semn pozitiv care ne arată că masa de aer care a urcat este mai puțin amestecată cu aerul din mediul înconjurator. De asemenea condensarea puternică eliberează mari cantități de energie care accelerează ascendența. Dacă această zonă întunecată este bombardată spre interiorul norului atunci acest fapt ne semnalează urcarea unui aer deosebit de cald a cărui temperatură scade la valoarea condensării abia cu câțiva metri deasupra nivelului de condensare. În acest loc putem urca foarte bine, mult mai bine decât urcarea fixată pe inelul McCready. Dar şi "mustăți" atârnate care se formează la câțiva metri sub nor şi care sunt absorbite de acesta indică zona urcării maxime. Aici probabil că aerul este deosebit de umed şi prin urmare mai uşor decât restul curentului ascendent.
7. -Norul creşte atâta timp cât există rezerve din care să se alimenteze. Dacă rezervorul de aer cald se epuizează dezvoltarea se opreşte (în situații de Cu Humilis). Marginile bazei norului se destramă prin amestecare cu mediul înconjurător care favorizează şi evaporarea apei condensate. În aceste condiții vârful norului poate să aibă încă o formă plină, şi poate chiar să mai crească. Deseori putem recunoaşte această fază de destrămare, prin faptul că suprafața bazei devine mai mică decât o secțiune orizontală făcută în corpul norului. Acolo unde norul nu creşte ascendența s-a terminat, creşterea semnificând "viața" sa. Dacă în această fază la nivelul vârfului se formează o falie sau numai o mică "crăpătură" atunci în curând formațiunea se va dezagrega în două jumătăți. Dacă în acest stadiu mai căutăm ascendența să nu o facem în nici un caz sub despicătură, ci eventual sub una din cele două resturi care se dezvoltă sau se destrămă în mod independent.
8. - În această fază conturul vârfului începe să devină neclar. Norul se destrămă în bucăți. La evaporarea apei conținute se consumă atât de multă energie încât aerul răcit porneşte într-un curent descendent care se amplifică.
9. - În această descendență sunt dizolvate şi ultimile rămăşițe ale norului. Descendența supraviețuieşte cu puțin timp după destrămarea norului. Această destrămare se pruduce cu atât mai repede cu cât aerul la nivelul respectiv este mai uscat.

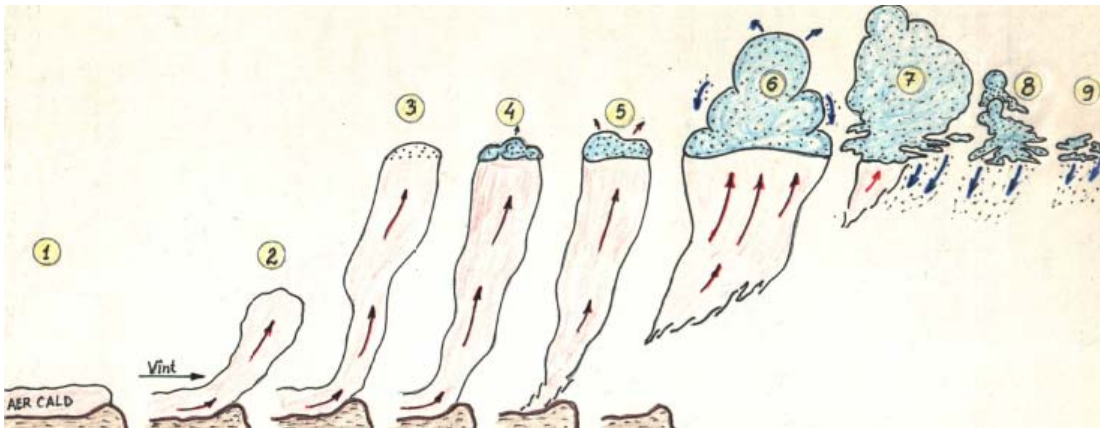



Foto : Evoluția termicii în cazul Cu. de timp frumos

## DENSITATEA NORILOR

Un număr mare de Cu pe cer nu înseamnă neapărat existența unei densități mari de ascendențe. Densitatea mare de nori își are cauza mai degrabă în umiditatea ridicată din nivelul de condensare care încetineşte fenomenul de destrămare (prin evaporare) a norilor. Printre atât de mulți Cu ajunşi la maturitate, pilotului nu-i va fi uşor să depisteze pe aceia care sunt într-o fază incipientă şi activă, singurii care îi pot furniza ascendența dorită. Datorită zonelor întinse de umbră termicile exploatabile pot deveni destul de rare.

## TACTICA CĂUTĂRII TERMICILOR ÎN CAZUL Cu DE TIMP FRUMOS

Arta acestei căutări constă în cea mai mare parte în estimarea realistă a fazelor de dezvoltare a norilor investigați. Pentru ca această estimare să aibă o probabilitate cât mai mare de reuşită este necesar să urmărim un timp îndelungat norii care pot intra în discuție ca eventuale ținte. Această observare trebuie să se fi terminat şi decizia trebuie luată încă înainte de a porni spre norul ales. Cu alte cuvinte norul următor va fi ales încă din timpul spiralării în ascendență. În această urmărire ne ajută faptul că datorită rotirii în spirală vedem norii da pe traiect la intervale repetate de timp care ne permit sesizarea evoluției acestora. În timpul saltului mai avem posibilitatea de a ne verifica justețea deciziei şi de a ne schimba eventual ținta, deviind spre un nor considerat "de rezervă".

Cei care consideră că această tehnică îi suprasolicită în timpul urcării, trebuie să se mai antreneze în spiralare. În cazul zborurilor de performanță şi a celor competiționale aşa trebuie procedat dacă aspirăm la obținerea unor succese.

În analiza precedentă privind evoluția norilor de tip Cu am văzut că ascendența precede formarea norului. Deci dacă se întâmplă să sesizăm în timpul saltului între nori o ascendență sub cer senin, putem liniştiți încerca o spirală de control

În cazul în care urcarea este relativ bună se recomandă să rămânem în termică, valoarea ei putând să crească odată cu apropierea fazei de maturitate activă. Această exploatare a ascendențelor pe cer senin se recomandă cu precădere în cazul norilor Cu humilis (formați în condițiile unei umidități scăzute şi a unei stratificări care frânează dezvoltarea pe verticală). În acest caz aceste ascendențe sunt cele mai bune care pot fi întâlnite. Dacă reuşim să observăm undeva că aerul devine ceţos datorită vaporilor de apă care condensează, atunci de cele mai multe ori merită să zburăm în acea direcție, iar înainte de a ajunge vom observa cum în acel loc se formează un mic nor. Faza în care norul nu este marcat decât prin câteva grămăjoare individuale de vapori condensați trebuie judecată cu atenție deoarece poate fi confundată cu faza de destrămare. În acest caz aş indica zborul către astfel de formațiuni numai dacă în prealabil am avut timp sufiecient pentru observare şi suntem absolut siguri că norul este în formare. În aceste condiții vom putea găsi aici o ascendență bună. De regulă însă, suntem nevoiți să zburăm către nori deja formați. Din dimensiunea relativă a acestora putem să concluzionăm asupra gradului de maturitate şi din acest motiv vom prefera nori mai mici cu bază plată. De la înălțime mai mică baza este mai vizibilă iar concluzii putem trage din gradul de conturare şi culoarea mai închisă sau mai deschisă a acesteia. Dacă suntem aproape de nivelul norilor atunci o influență mai mare asupra deciziei o are forma vârfului (şi corpului) norilor. Dacă forma nu este aproximativ piramidală atunci maturitatea este probabil deja depăşită.

Dacă lângă un nor care pare relativ eficient atârnă resturi vizibile, acestea pot fi rămăşițe ale unui nor destrămat care se regenerează ca urmare a alimentării cu o nouă masă de aer. În general aici urcarea este slabă. Dacă până la norul ales avem de străbătut o distanță mare, atunci în calcul trebuie să luăm faza de dezvoltare a acestuia, durata vieții active a norilor din ziua respectivă şi timpul necesar pentru a ajunge acolo. Dacă nu ținem seama de legătura acestor factori putem să ne trezim într-o descendență generalizată sub

nor, deşi de la distanța acesta dădea semne de activitate. De la înălțimi mari distanța între nori poate fi estimată din distanța dintre umbrele lăsate pe sol.

Dacă după un punct de viraj schimbăm direcția de zbor trebuie să ne obişnuim mai întâi cu noul aspect al norilor. Este posibil ca până acum având soarele din spate, cumuluşii să ni se fi părut viguroşi şi activi, în timp ce în situația nou creată aceiaşi nori să ne apară ca dezlânați şi cenuşii, priviți cu soarele în față. În cazul ideal ar fi trebuit să ne familiarizăm cu acest aspect dacă am fi privit norul părăsit în timpul spiralării în noua ascendență pentru a ne fixa, de exemplu, cum arată ascendența de 2 m/s privită din acest unghi.

## *CĂUTAREA TERMICII ÎN IMEDIATA VECINĂTATE A PLAFONULUI*

La nivelul de condensare urcarea maximă o întâlnim de obicei în zona cea mai întunecată a norului, care la rândul ei corespunde grosimii maxime, excrescenței celei mai proeminente a norului. Denivelările bazei le vom urmări în mod deosebit în locul în care aceasta prezintă o concavitate şi totuşi este de culoare închisă; urcarea va fi mai bună !

Poziția soarelui poate câteodată influența zona urcării maxime printr-o încălzire suplimentară unilaterală a norului.

Mai importantă este, în mod normal, repartiția vântului la nivelul norilor, deoarece aceasta deplasează zona urcării favorabile în sens opus forfecării de vânt. Adică, dacă vântul creşte în altitudine atunci ascendența o vom găsi în partea dinspre vânt a norului (mai ales dacă aceasta este şi bătută de soare). Dacă la mai mulți nori am constatat o anumită deplasare a termicii față de centru atunci putem presupune aceeaşi localizare a ei şi la următorii nori şi putem căuta ascendența în acelaşi loc pe parcursul zilei.

## *CĂUTAREA TERMICII LA ÎNĂLȚIMI MEDII*

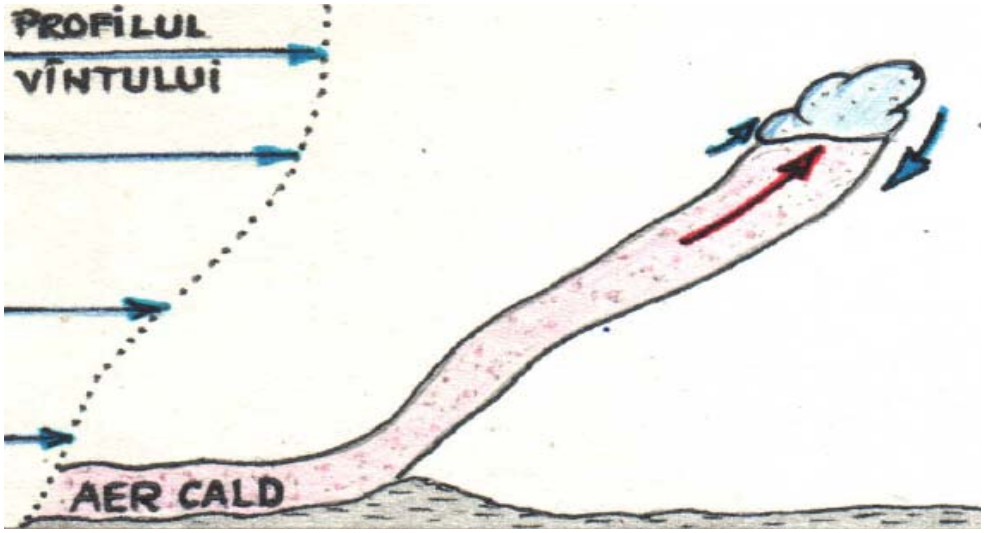
Cu cât înălțimea la care zburăm este mai mare, cu atât mai mult ne putem ghida după forma norilor. Dacă ajungem la înălțimi ceva mai mici nu trebuie să uităm faptul că însuşi norii activi pot să nu ofere ascendențe la câteva sute de metri sub bază mai ales dacă sunt alimentați din lateral. Câteodată este posibil chiar să depistăm locul de declanşare a termicii (de la sol) şi astfel să controlăm întregul ei parcurs. Cu cât înălțimea de zbor scade cu atât atenția noastră trebuie să se concentreze mai mult asupra solului. În cazul vântului, misiunea noastră ( aceea de a nimeri curentul ascendent modelat de variația vântului în forme spațiale), este sensibil îngreunată.

Există diferite modalități prin care vântul poate influența termica în urcare. În continuare prezentăm 3 din cazurile cele mai frecvente :

1. Dacă masa de aer cald a unui rezervor de termică este desprins de sol datorită unui obstacol geografic (punct de discontinuitate) atunci acea masă va fi purtată de vânt. Presupunem deci că pe vânt, termica cu loc de declanşare fix pe sol urcă oblic. Înclinarea unei astfel de ascendențe nu trebuie să fie constantă. Odată cu creşterea sau scăderea vântului în altitudine (profilul vântului) "coloana ascendentă" este curbată în sens opus vântului respectiv spre vânt. Forfecările de vânt, însoțite de schimbări radicale ale direcției sale, pot da ascendenței o formă spațială oarecare. Chiar şi valorile de urcare au o influență hotărâtoare asupra formei ascendenței : în nivelele cu urcare puternică ascendența este mai puțin înclinată. Dacă termica este marcată printr-un nor atunci putem încerca să unim norul cu cel mai probabil punct de declanşare da la sol pentru a ne forma o imagine cât mai plastică asupra formei curentului ascendent.

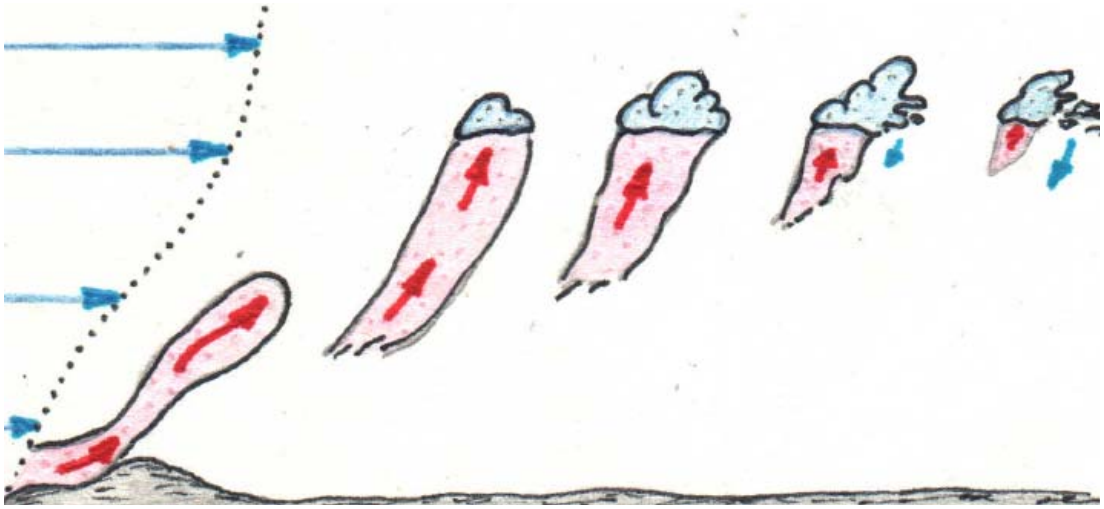
În cazul vântului puternic sau forfecărilor de vânt această "reconstituire" va fi rareori posibilă. Dacă avem şansa să ne formăm o imagine asupra diverselor curburi ale ascendenței (datorită unui fum, a unor planoare spiralând la diferite înălțimi, etc.) atunci acea formă o putem presupune ca fiind valabilă şi în restul zilei, deci probabilitatea de întâlnire şi a altor termici având aceeaşi înclinare este mai mare.

În acele zone în care rezervoare termice mari se află înspre vânt față de discontinuități marcante ale solului, aceste termici oblice formează o reculă. Aceasta este bine cunoscută pe aerodromuri având pante ce oferă ascendență dinamică pentru zborul cu planorul.
Din punct de vedere al tehnicii de pilotaj, aceste ascendențe nu sunt prea simplu de exploatat. În primul rând pentru că sunt în general "scuturate" iar în al doilea rând trebuie în permanență să deschidem spirala spre vânt, pentru a nu ajunge să ieşim din descendență în partea opusă vântului ca urmare a înfundării proprii şi a componentei orizontale a termicii.




2. Dacă vântul este puternic şi relieful uniform, stratul turbulent inferior, de forfecare a aerului cu solul, poate reprezenta un declanşator al termicii, fără a fi nevoie de o discontinuitate legată de sol. O astfel de termică urcă relativ vertical şi este purtată de vânt până când alimentarea cu aer cald (instabil) din stratul de frecare încetează. În acest caz, deşi există vânt, ascendența o vom întâlni la verticala norului. Spiralarea se va face ca şi în cazul lipsei vântului.

3. O altă posibilitate este ca ascendența să fie alimentată dintr-un rezervor fix față de sol, care însă să pulseze, caz în care fiecare "bulă termică" este desprinsă separat, pierzând contactul cu locul de declanşare, şi în urcare fiind purtată de vânt analog cazului 2. Se formează astfel o cale de ascendențe pe direcția vântului a cărei limită inferioară de exploatare scade pe măsură ce ne apropiem de locul de declanşare.



Aceste trei tipuri de termică pot exista, în cazul unor situații meteo corespunzătoare. Aceste forme sunt puternic dependente de relief şi este dificil de estimat care din ele o vom întâlni într-un loc dat. ªansa maximă de a regăsi o ascendență pierdută este de a căuta înspre vânt sau în sens opus.

## *EVOLUȚIA CUMULUŞILOR ÎN ATMOSFERA CU UMIDITATE RIDICATĂ*

Începutul evoluției este similar fazelor 1 până la 6 reprezentate la paginile 21-22, capitolul "Evoluția termicii în cazul cumuluşilor de timp frumos"

Dacă în dezvoltarea lor verticală Cu străpung un strat cu umezeală mai ridicată atunci impulsul transmis poate determina o reacție în lanț pe orizontală, în stratul respectiv.

Aerul din vecinătatea norului în dezvoltare primeşte un impuls şi vaporii de apă condensează, eliberând căldură. Aceasta la rândul ei labilizează aerul care urcă puțin, continuându-se procesul de condensare. În acest mod norul se dezvoltă pe orizontală, perturbând noi mase de aer umed, care condensează, urcă, etc.

Deseori astfel de straturi cu umiditate ridicată sunt asociate cu o inversiune de temperatură care nu poate fi străpunsă decât de termicile cele mai puternice. La întâlnirea unui astfel de strat sau mai multe , Cu se aplatizează, se întind pe orizontală generând turbulențe auxiliare celor întâlnite la limita superioară a termicilor uscate.

Foto : Formarea stratocumulilor la un nivel de umiditate ridicată

Cumulusul inițial se descompune curând într-o formațiune locală de stratocumuli care prin efectul de umbrire poate împiedica timp mai îndelungat dezvoltarea termicilor.

Stratocumulii dispar prin încălzirea lor de la soare, evaporarea datorată mişcării descendente sau prin dispersarea lor către vânt.

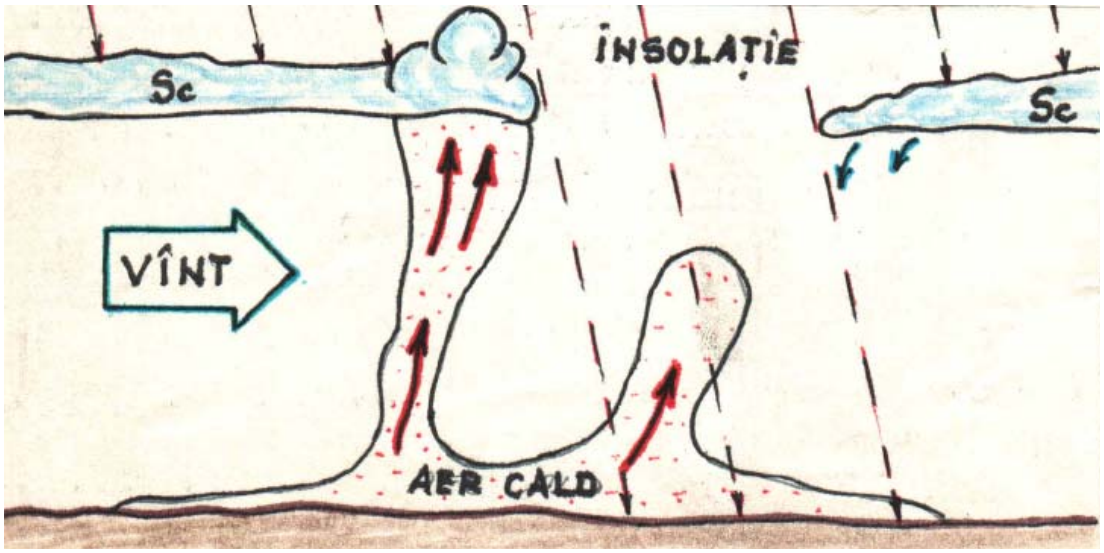



Foto : Localizarea termicilor în cazul acoperirii parțiale cu stratocumuli.

## TACTICA DE ZBOR ÎN CAZUL ACOPERIRII CU STRATOCUMULI

Pe parcursul unui zbor de distanță formațiunile de stratocumuli se pot extinde în aşa măsură încât să se unească între ele, rămânând doar din loc în loc nişte mici zone însorite. Dacă avem şansa să ne mai aflăm în zbor într-o astfel de situație atunci tactica noastră se va schimba radical: nu mai zburăm după nori ci căutăm zonele însorite. Încercăm să ne formăm o imagine asupra locului în care soarele a avut suficient timp să încălzească solul şi vom căuta ascendențele în partea dinspre vânt a zonei însorite dintre nori (a petei însorite). Câteodată însăşi marginea zonei însorite este termic activă. Sub stratocumuli merită să căutăm ascendențe doar în cazul în care observăm zone evident conturate cu baza întunecată, care semnalează existența unei termici.

### *EVOLUȚIA CUMULUŞILOR SUPRADEZVOLTAȚI (CUMULUS CONGESTUS)*

Dezvoltarea lor începe ca la tipul Cu humilis, fazele 1 - 6 fiind identice şi în continuare:

7. Dacă rezervorul de aer cald este suficient de mare şi nu a secat, norul este alimentat în continuare şi creşte. Dezvoltarea poate avea însă şi alte cauze ca de exemplu o temperatură mai scăzută a mediului decât a termicii la nivelul norului. Dacă umezeala din aerul învecinat, antrenat în mişcare, condensează, termica primeşte un surplus de energie, amplificându-se dezvoltarea. Legătura cu solul se întrerupe, termica alimentându-se în continuare din aerul de la altitudine.
8. Dimensiunea finală a norului depinde de temperatura straturilor suprapuse. Conform schemei alăturate creşterea pe verticală este mai accentuată în locul în care şi ascendența a fost cea mai puternică. Sub nor se crează o puternică absorbție, alimentată cu aer din lateral. Ascendențele din apropiere, aflate în fază incipientă de dezvoltare, sunt şi ele atrase şi înglobate contribuind la formarea unei "ascendențe mamut", care devine tot mai puternică şi mai largă. În imediata vecinătate a norului se nasc descendențe puternice care antrenează cu ele şi frânturi de nor în destrămare. Volumul masei de aer în urcare este compensat printr-o descendență generalizată şi calmă care

se întinde pe o suprafață mare în jurul norului. Aceasta face ca pe o rază mare în jurul norului Cu congestus (sau chiar Cb) aerul să devină stabil datorită descendenței adiabatice, motiv pentru care nu se mai generează alte ascendențe în zonă. Deci ascendențele mari le absorb pe cele învecinate şi împiedică formarea altora în vecinătatea lor. Un exemplu caracteristic îl reprezintă supradezvoltările din zona muntoasă care determină încetarea termicii cu câmpiile învecinate. Cu cât norul generat este mai mare cu atât se complică mecanismul său intern. Norul va avea unul sau mai multe miezuri de ascendență puternică asociată cu zone de descendență masivă. Diferite părți ale norului se pot afla în diverse faze de dezvoltare.

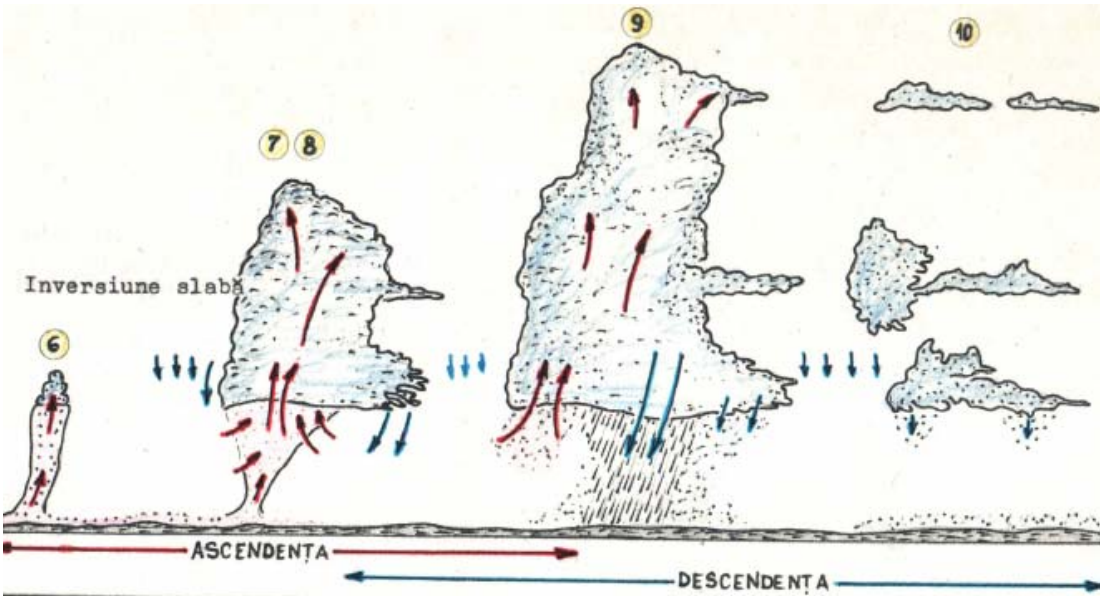



Foto : Evoluția unui nor Cumulus congestus : 6 - faza Cu mediocris; 7 şi 8 – Atragerea aerului înconjurător, structură complicată, descendență de compensare slabă; 9- supradezvoltare, averse; 10 – Destrămare lentă, acoperire.

9. Dacă norul urcă mult peste limită de $0^{o}$ C, se pot forma averse. Rezultatul (o ploaie slabă, aversă puternică şi stropi mari sau chiar grindină) depinde de dimensiunea formațiunii noroase, intensitatea (şi întinderea) curenților ascendenței şi mecanismul intern al norului. Ploaia puternică, dar mai ales grindina, antrenează într-o mişcare descendentă masele de aer traversate, indiferent dacă acestea erau în urcare sau nu. Din acest motiv într-o aversă abundentă sau în grindina de sub nor (sau în nor), vom găsi cu precădere descendențe mari.

   La campionatul mondial din 1972 de la Vrsac am avut ocazia neplăcută după 4 probe de a trăi o astfel de situație extremă deoarece mă aflam într-o poziție destul de nefavorabilă în clasament. Singura şansă de a-mi reduce din handicap se părea a fi o plecare mai târzie , urmată de urcarea rapidă într-un Cb (care se forma zilnic) şi ajungerea din urmă a concurenților printr-un salt la mare înălțime. La prima încercare dau greş, ajung prea târziu sub nor şi sunt obligat să aterizez. Între timp se făcuse târziu, prin jur peste tot, averse şi furtuni. Decolez a doua oară şi declanşez la 600 m în vecinătatea ploii; urcare 8 m/s ! Înainte ca avionul remorcher să fi aterizat am 1100 m şi sunt lansat pentru trecerea liniei de plecare. Surplusul de 100 m îl transform în viteză: 180 km/h. Înaintea liniei dau din nou de urcare. Pentru a nu obține un start negativ trebuie să ajung sub 1000 m . Scot trenul şi împing în continuare de manşă: 220 km/h. După trecerea liniei escamotez trenul de aterizare şi cabrez urcând la 1150 m. Mă întorc rapid la urcarea precedentă, într-adevăr din nou 8 m/s constant. Buna dispoziție începe să-mi revină şi mă gândesc

ce-am pierdut prin greşala de tactică precedentă. Între timp pornesc indicatorul de viraj, orizontul artificial când , brusc sub bază la 1700 m începe să cadă grindină. După o jumătate de spirală cei 8 m/s urcare se transformă în 10 m/s coborâre. Planorul meu se înfunda ca un bolovan. Acul altimetrului o ia nebuneşte în jos. Nu pot să pricep, caut peste tot, dar nici urmă de ascendență. Ploaia pur şi simplu mă spală de pe cer şi aterizez după 11 minute. Totul s-a terminat.

10. După ce tot aerul labil din raza de acțiune a Cu congestus a fost transportat în sus începe faza de destrămare iar baza îşi pierde conturul . În straturi cu uşoare inversiuni sau la înălțimi la care Temp-ul indică umiditate mai ridicată se mai păstrează rămăşițe ale norului destrămat, care datorită acoperirii împiedică insolația pentru mai multe ore. Astfel de zone trebuie neapărat ocolite deoarece în ele vom întâlni doar descendență generalizată sau în cel mai bun caz o atmosferă inertă, fără nici o mişcare.

## TACTICA CĂUTĂRII TERMICII ÎN CONDIȚII DE Cu CONGESTUS

Condiții meteo caracterizate prin nori Cu dezvoltați, cu valori ascensionale mari, poartă în sine riscul supradezvoltării, a frontificărilor, averselor şi acoperirilor pe suprafețe mari. În acest caz o evaluare corectă a gradului de dezvoltare a norilor are implicații nu numai asupra vitezei de zbor medii dar şi asupra probabilității de a termina proba.

O planificare prevăzătoare a saltului spre următoarea ascendență, reglajul inelului McCready potrivit distanței până la aceasta şi uneori chiar ocoluri mai mari, au un rol hotărâtor în finalizarea cu succes a temei de zbor. În astfel de condiții meteo tactica de zbor şi capacitatea de decizie dobândesc o importanță capitală. Pe tot parcursul zborului trebuie să ne controlăm deciziile , să cântărim şi să alegem alternativele cele mai potrivite.

## FURTUNA DE VARĂ

Dacă masele de aer sunt stratificate instabil până la mari înălțimi atunci se pot genera furtuni de vară. Întreaga ciculație aeriană ocoleşte aceste uriaşe desfăşurări de forțe ale naturii. Chiar şi avioanele mari de transport şi supersonicele de luptă ocolesc pe o rază mare aceste "erupții de energie termică". Alături de ascendențe puternice putem întâlni turbulențe imprevizibile, grindină, fulgere şi perdele de ploaie care reduc vizibilitatea sub nor la mai puțin de 100 m. În aceste zone baza norului poate să scadă cu 1000 m până aproape de nivelul solului acoperind chiar şi dealuri. (mai mici).

Întinderea mare pe orizontală, care depăşeşte cu mult centrul ascendențelor, face ca, pornind de la plafon să nu putem ajunge în zbor planat la o altă ascendență. Din acest motiv furtuna de vară nu prezintă importanță pentru zborul de distanță la vedere, fiind un obstacol periculos, pe care încercăm să-l evităm printr-un larg ocol deoarece împiedică formarea termicii pe o rază mare.

## FRONTURI DE FURTUNĂ. AVERSE

Deseori aversele şi furtunile tind să se alinieze pe o direcție perpendiculară pe v\nt. În acest caz aspectul lor se apropie de cel al unui front rece clasic.

Experiența ne-a arătat că aceste alinieri de averse, rar marcate de hărțile meteo datorită întinderii şi importanței mici, pot fi tratate din punct de vedere al zborului ca şi fronturile de furtună.

Pe partea dinspre vânt ne putem aştepta la ascendențe liniştite şi puternice, a căror valoare creşte înspre bază. În cazul fronturilor reci cu deplasare rapidă dacă ieşim înspre

vânt, în imediata vecinătate a bazei norului, putem întâlni curenți ascendenți în fața norului care permit ridicarea deasupra plafonului în zbor la vedere.

Totuşi, viteza de drum maximă o putem realiza zburând de-a lungul frontului aproape de baza norului şi în partea dinspre vânt a acestuia. În partea opusă vântului deseori se formează un prag, baza aflându-se mai jos şi marcând limita dintre aerul cald şi cel rece. Dincolo de această limită trebuie să ne aşteptăm la descendențe, ploaie puternică sau grindină.

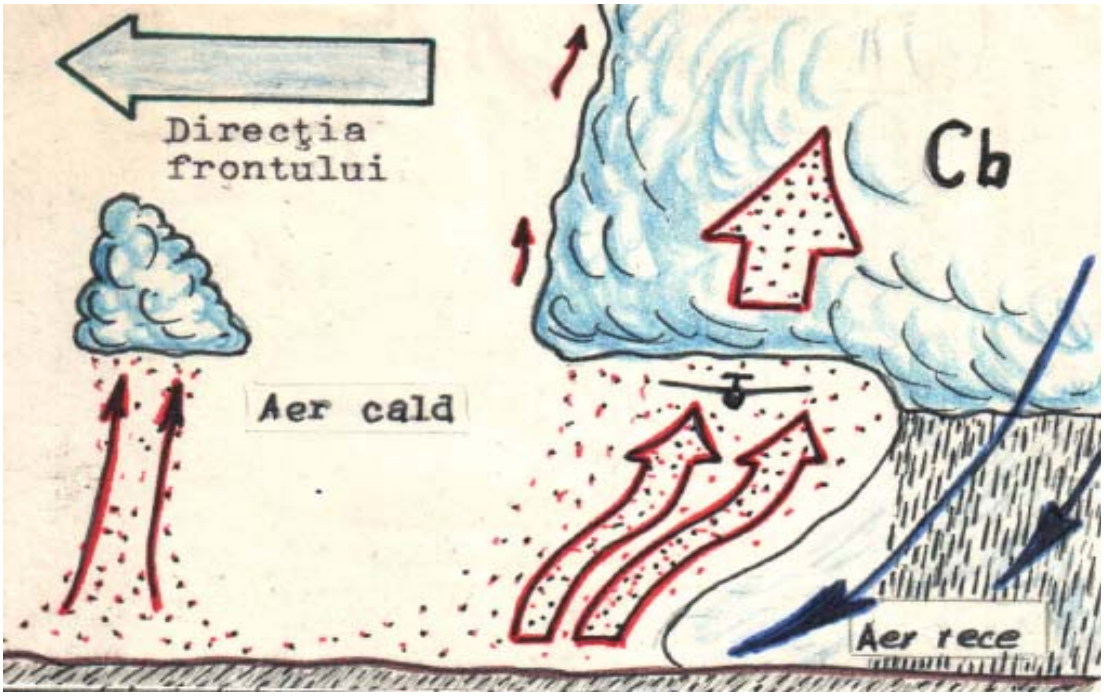



Foto : Front de furtună.

Dacă ne aflăm încă în partea dinspre vânt a acestei suprafețe de demarcație, putem chiar de la înălțime mică prinde ascendența şi urca în zona liniştită şi întinsă de ascendența generalizată. Dacă pe lângă aceasta mai avem şansa de a urca în fața norului folosind o tehnică asemănătoare celei de zbor la pantă, atunci vom putea urmări de sus clocotul energiei convective, oferinduni-se privirii unul din cele mai impresionante spectacole ale zborului fără motor.

Odată cu intrarea frontului rece, pe linia frontului vântul îşi schimbă direcția (în emisfera nordică - pe dreapta) şi creşte brusc în intensitate. Ploaia puternică sau chiar grindina pot reduce în câteva secunde vizibilitatea la o valoare minimă. În aceste condiții o aterizare în siguranță devine o probă a măiestriei pilotului. Atât el cât şi planorul lui se află în fața unui mare pericol. Experiența acestor situații, câştigată din grave accidente ale unor piloți renumiți ai anilor interbelici, ne obligă să nu tratăm problema în mod superficial şi să nu supraapreciem forțele noastre în comparație cu cele ale naturii.

Deci, deciziile care urmează să le luăm în zbor trebuie în prealabil bine gândite şi analizate. Dacă prinderea termicii pare inaccesibilă atunci înălțimea rămasă o vom folosi pentru a ateriza în siguranță la o distanță cât mai mare de linia frontului. Timpul rămas după aterizare abia dacă ne va ajunge pentru a ancora şi asigura planorul înaintea începerii furtunii.

Încercarea de traversare (perpendicular pe direcția de deplasare) sub un astfel de zid noros de obicei nu îşi are sensul, deoarece în spatele lui, cel puțin în raza unghiului de planare, nu ne mai putem aştepta la ascendențe.

## ALINIERI DE ASCENDENȚE. CĂI DE NORI

Într-o atmosfera fără vânt ascendențele se repartizează mai mult sau mai puțin uniform într-o regiune lipsită de contraste, iar distanța medie dintre ele este după Georgii de aproximativ 2,5 ori înălțimea totală de convecție.

Dacă peste activitatea termică se suprapune influența vântului, ascendențele tind să se organizeze în linii de ascendențe. Aceasta se datorează faptului că anumite izvoare termice mai bogate şi punctele lor de declanşare generează în mod regulat ascendențe care sunt mai apoi purtate de vânt.

Dacă profilul vântului prezintă un maxim de intensitate în interiorul stratului de convecție, adică viteza sa creşte cu înălțimea, apoi scade , încă sub nivelul de convecție, atunci se pot forma sisteme stabile de curgere care la rândul lor pot da naştere căilor de nori. Distanța dintre căi este şi în acest caz de aproximativ 2,5 ori înălțimea de convecție şi nu este (sau foarte puțin) influențată de factori orografici.

Aceste căi deosebit de favorabile zborului de distanță au condiții ideale de formare dacă:

- dezvoltarea verticală excesivă a convecției este frânată de o stratificare stabilă (izotermie sau mai ales inversiune de temperatură)
- viteza vântului are un maxim în interiorul stratului de convecție
- solul dă cât mai puține influențe negative (denivelări, etc.)

În formarea acestor fenomene, condensarea şi formarea norilor nu este obligatorie. Alinieri de ascendențe pot exista şi pe termică uscată.

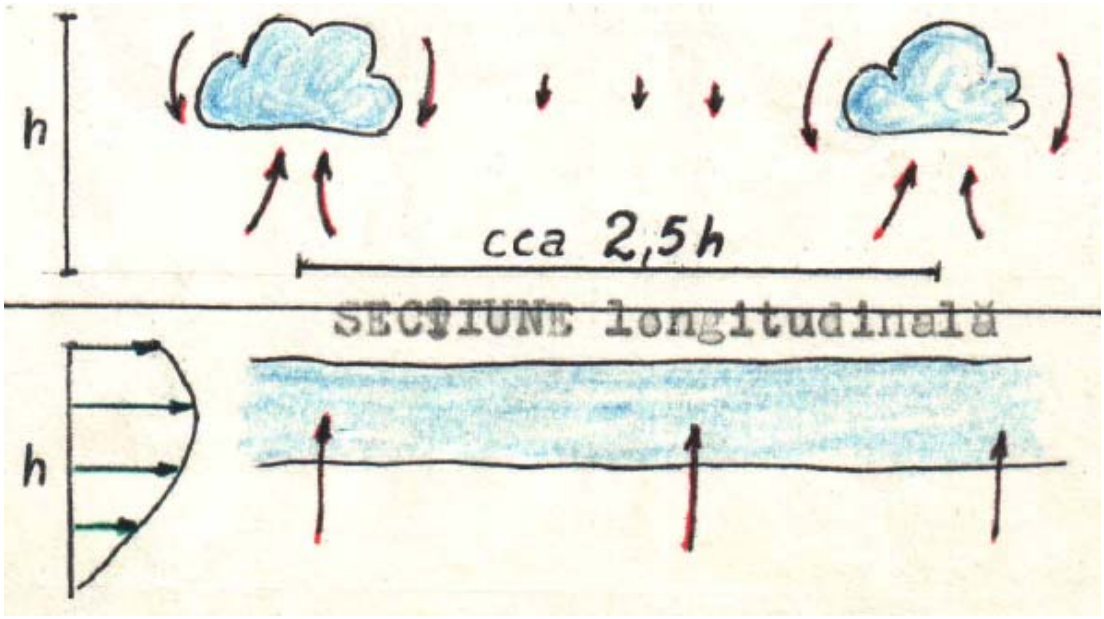



Foto : Căi de nori : **h** - nivel de convecție; **( )** - curenți convectivi; → - vânt orizontal

## TACTICA DE ZBOR ÎN CAZUL CĂILOR DE ASCENDENȚĂ

Inima planoriştilor tresare întotdeauna când cerul este brăzdat de căi de nori ce par a fi fără sfârşit. Acestea sunt nişte condiţii ideale pentru realizarea unor probe cu ţel fix, distanţă liberă sau chiar distanţe dus-întors dacă vântul nu este prea puternic. Pentru a putea realiza viteze medii de drum mari zburând cu inelul McCready reglat astfel răcit să nu fie absorbiţi în nori. Peisajul va defila rapid pe lângă noi iar vizibilitatea bună care însoţeşte aceste condiţii meteo, va oferi un plus spectacolului care ni se oferă ochilor. Chiar şi matematicienii se pot bucura pentru că imaginea ordonată a repartiţiei de ascendenţe le dau posibilitatea să determine precis ocolurile cele mai recomandabile a fi făcute în condiţia meteo existentă. Rezultatele acestor calcule teoretice sunt importante pentru zborul sub căi de nori şi aspecte ale zborului delfinat vor fi prezentate mai în detaliu la capitolul "Zborul optimal" , atât în prima cât şi în a doua parte a cărţii.

## ZBORUL DE-A LUNGUL CĂILOR ASCENDENȚE

În primul rând trebuie clarificată o problemă majoră privind zborul în imediata apropiere a bazei norilor: - deseori după astfel de zboruri, piloţii povestesc cu înflăcărare despre "cât trebuia să împingă manşa" pentru a compensa ascendenţa ce tindea să-i absoarbă în nori. Rareori le este clar cât de incorect au zburat cu această ocazie. Principiul de bază al oricărei teorii de optimizare a zborului este tocmai zborul cu viteză mică în ascendenţe şi cu viteză mare în descendenţe. Cei care "se lipesc" de plafon şi zboară păstrând înălţimea constantă vin în contradicţie cu principiul de mai sus şi pierd mult din viteza medie de drum. Pe condiţii cu străzi de nori vom zbura cel mai bine dacă păstrăm până la baza norilor o distanţă care să permită modificări rezonabile ale vitezei corespunzătoare inelului McCready sau variometrului de salt.

Zborul de-a lungul unui şir de ascendenţe sau într-o ascendenţă permanentă de intensităţi variabile este denumit în mod uzual "zbor delfinat" sau "zbor pur delfinat". De cele mai multe ori nu se precizează ce se înţelege prin aceasta. Să dăm deci o definiţie: "Zborul delfinat este porţiunea de zbor fără spiralare din cadrul unui zbor de distanţă care se desfăşoară după teoria de zbor optimal, o teorie cunoscută sub denumirea de teorie McCready dar care a fost între timp extinsă. Prin urmare , zborul delfinat, cu porţiunile sale de ascendenţe şi descendenţe este o componentă a fiecărui zbor de distanţă modern. Deci nu pot exista teorii separate de "zbor McCready" sau "zbor delfinat" deoarece şi zborul rectiliniu clasic, între două ascendenţe, este tot un zbor delfinat".

[a]i într-adevăr, o teorie de zbor optimal cuprinzătoare conţine atât zborul de distanţă clasic, la care în ascendenţă se spiralează cât şi zborul pur delfinat, care se desfăşoară fără a spirala. Pentru zborul în lungul căilor de nori teoria de zbor optimal nu demonstrează că inelul McCready, respectiv variometrul de salt, îşi păstrează din plin însemnătatea. În continuare sunt date câteva concluzii privind situaţiile în care se recomandă sau nu spiralarea precum şi poziţia optimă a inelului McCready.

Conform rezultatelor putem obţine în anumite cazuri un zbor sub valoarea urcării pe care am obţine-o spiralând în centrele de ascendenţă.

Cu această poziţionare putem obţine în anumite cazuri un zbor care să ne asigure ajungerea la ţel. Acest ţel este de cele mai multe ori capătul căii de nori la înălţimea maximă. Deci traiectoria de zbor dorită va fi orizontală sau ascendentă. În cazul particular al ultimului salt, traiectoria poate avea o formă descendenţă. Dacă poziţionarea inelului McCready duce la un deficit de înălţime pe parcursul zborului delfinat (faţă de traiectoria dorită) aceasta trebuie recâştigată spiralând în centrele cu ascendenţă ridicată. Rotirea spre valori mici a inelului McCready este o soluţie mai puţin eficientă şi dezavantajoasă din punct de vedere al vitezei medii realizabile. Dacă din contră, obţinem un surplus de

înălțime, atunci vom roti inelul McCready spre valori tot mai mari care să ne asigure zborul pe traiectoria dorită la viteze sporite. În acest caz al zborului delfinat valoarea reglată pe inel ar fi mai mare decât la zborul clasic.

Reglarea optimă a inelului în practică este dificilă deoarece nu putem cunoaşte dinainte profilul urcărilor din linia de ascendențe. Pentru a afla răspunsul la întrebarea cea mai frecventă pe care ne-o punem sub o cale de nori: "Să mă opresc şi să spiralez sau nu?", ne putem folosi de următoarele indicații:

Merită să spiralăm dacă:

- suntem mult sub baza norului;
- ne apropiem de capătul căii de nori;
- urcarea în locul în care ne aflăm este simțitor mai bună decât sub restul căii de nori;
- presupunem că ascendența prin care tocmai trecem, precum şi următoarele nu sunt suficient de largi pentru a ne asigura traiectoria dorită (orizontală, ascendentă sau eventual descendentă la ultimul salt).

Zburați cu viteza optimă sub o cale de nori !

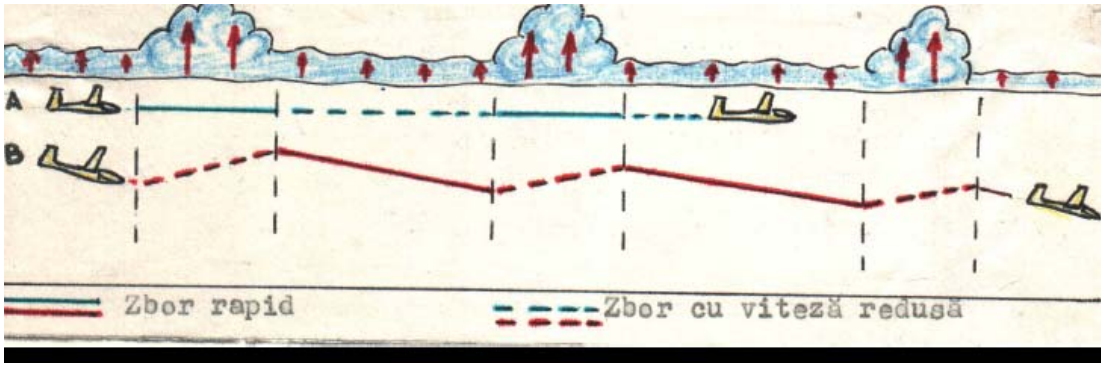



Foto : Zbor sub calea de nori.

**B** obține o viteză medie sensibil mai mare decât A

Experiența ne-a demonstrat că se recomandă părăsirea alinierilor de ascendențe termice cu înălțime maximă, pentru că de cele mai multe ori acestea se termină în zone lipsite de activitate termică. Traversarea acestor zone necesită o rezervă cât mai mare de înălțime.

**ZBOR OPTIM DE-A LUNGUL CĂILOR DE ASCENDENȚE** (Vezi fig. de la pag. următoare)

***Cazul 1:***

Traiectoria dorită (TD) este orizontală.

Pilotul planorului A îşi reglează inelul McCready pe urcarea St ce ar obține-o prin spiralare (sau chiar la o valoare mai mare) şi realizează prin aceasta un zbor delfinat a cărui traiectorie finală rezultă orizontală.

Pilotul planorului B, a cărui finețe este mai mică , zboară tot cu valoarea urcării St fixată pe inel dar pierde treptat din înălțime, pe care o recuperează apoi spiralând în centrele de ascendență mare.

Ambii piloți zboară optimal, adică în condițiile date şi cu planoarele ce le au la dispoziție nu se poate realiza mai mult. Acest lucru este valabil şi pentru cazurile 2 şi 3.

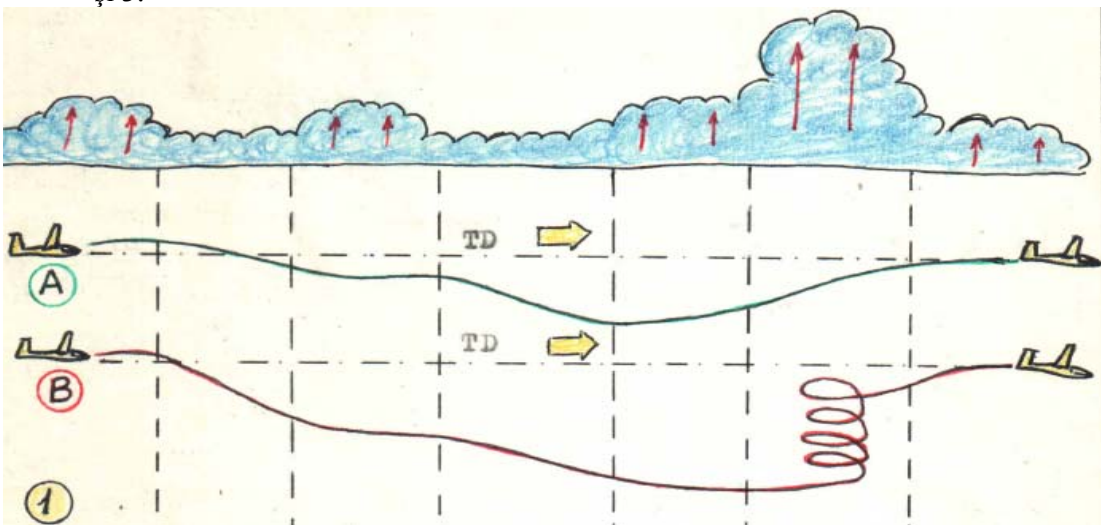



Foto : Zborul optim de-a lungul căilor de ascendență:

***Cazul 2:***

Traiectoria dorită (TD) este o pantă ascendentă.

Planorul A cu inelul McCready reglat la valoarea urcării St (sau mai mare), obține prin zborul delfinat traiectoria ascendentă dorită.

Planorul B în zborul sau delfinat rectiliniu, ajunge sub traiectoria urmărită, deficit de înălțime pe care îl reface prin spiralarea în zona de urcare maximă.

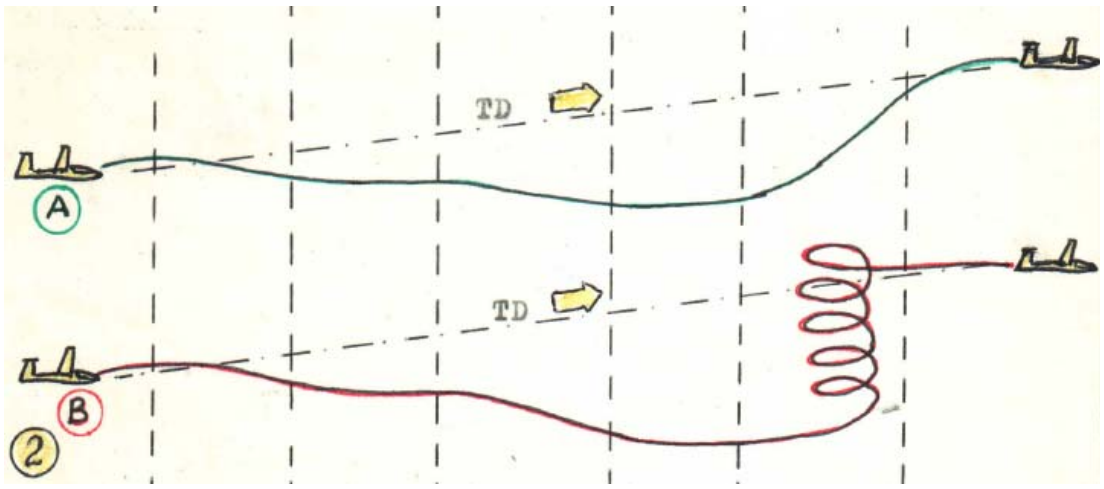



Foto : Zborul optim de-a lungul căilor de ascendență:

***Cazul 3:***

Traiectoria dorită (TD) are o pantă descendentă.

Planorul A cu inelul reglat la valoarea urcării St (sau mai mare), reuşeşte din nou să urmărească traiectoria dorită în timp ce planorul B , având aceeaşi valoare selectată pe inel, trebuie să recâştige înălțimea prin spiralare pentru a se înscrie pe traiectoria urmărită.

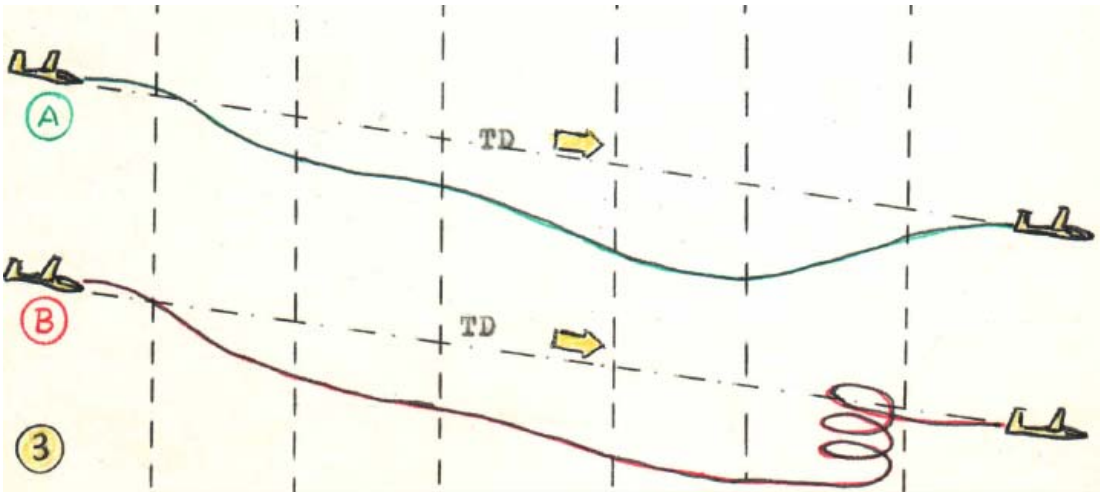



Foto : Zborul optim de-a lungul căilor de ascendență:

***TRAIECTUL ŞI CĂILE DE NORI AU DIRECȚII DIFERITE***

Presupunând că putem estima raportul dintre viteza medie de drum sub calea de nori şi viteza medie de drum ce am realizat-o măsurând exact traiectul , se pot face nişte calcule de optimizare privind unghiul sub care părăsim calea de nori, în diverse condiții de vânt.

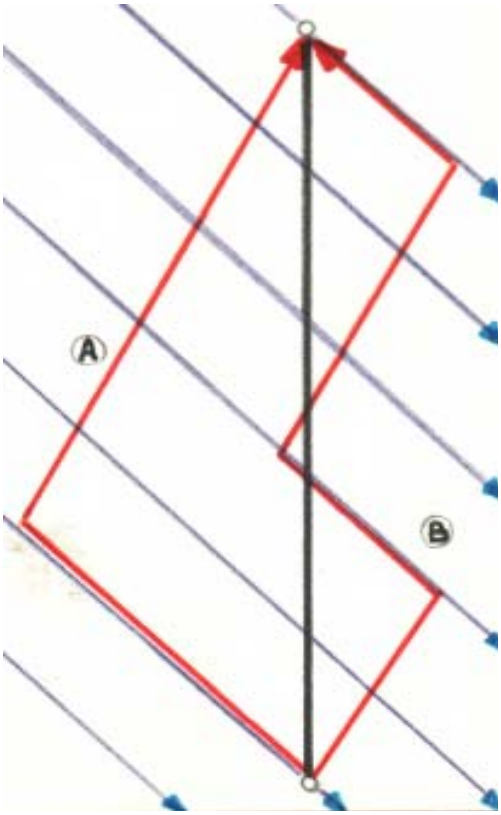



Foto : → - Căi de ascendențe; **------** Traseu direct (LDO);

Distanța pe varianta A este egală cu distanța pe varianta B

Aceste calcule ne vor arăta până la ce deplasare unghiulară față de traiect merită să urmăm calea de nori (presupusă de lungime infinită) şi locul optim în care trebuie să o părăsim. În cazul în care traiectoria intersectează mai multe căi de nori, rămâne la latitudinea pilotului dacă zboară mai mult sub o cale şi o părăseşte sub unghiul optim sau zboară distanțe mai scurte sub fiecare cale trecând de la una la alta tot sub acelaşi unghi optim. Această problemă a fost analizată prin calcule, fără a ține cont de influența vântului. (?????)

Pe scurt concluziile sunt:

Merită să urmărim o cale de nori pe o distanță mai mare dacă:

- fac un unghi mic cu traiectul nostru
- zburăm sub ele având vânt de față puternic
- viteza medie de drum (față de aer) sub calea de nori este net superioară vitezei de drum ce ar realiza-o pe un alt drum

Formularea mai precisă:

- unghiul față de sol $V_1$ sub care se părăseşte calea de nori este unghiul optim dintre direcția căii de nori şi noul cap adevărat. Acest unghi este independent de unghiul făcut de calea de nori cu direcția laturii respective, atât timp cât latura se parcurge cu vânt de față (componenta de față a vântului). Unghiul optim depinde de raportul vitezelor medii realizabile cu şi fără exploatarea căilor de nori şi raportul dintre viteza vântului şi viteza medie ce s-ar realiza prin urmărirea exactă a traiectului, adică depinde de tipul planorului şi de condițiile meteo şi nu depinde de unghiul căilor de nori cu direcția laturilor. Pentru cazul vântului de spate (cu componenta de spate) rezultă de asemenea un alt unghi optim $V_2$.
- Unghiul față de masa de aer, sub care se părăseşte calea de nori, este unghiul optim dintre direcția căii de nori şi norul cap compas. Acest unghi include şi contraderiva şi este dependent doar de raportul amintit al vitezelor medii de drum.

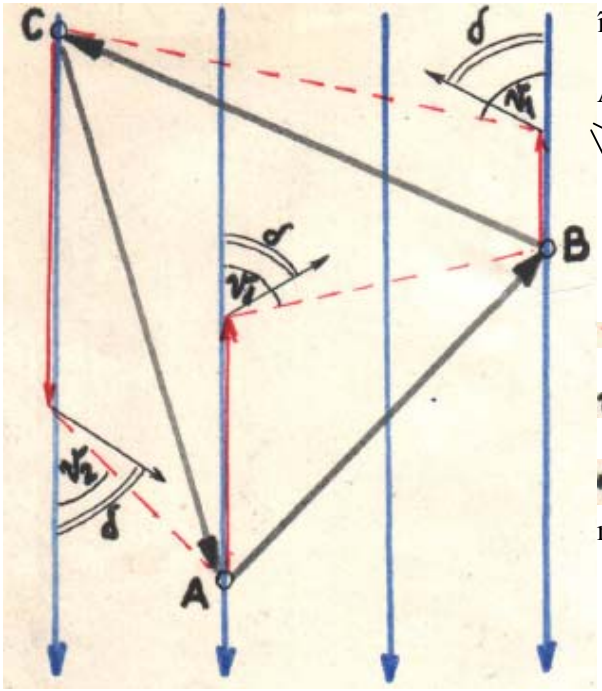



Foto : Zbor optim pe parcurs triunghiular în situația căilor de nori:

ABC - traiect triunghiular

-laturile traiectului

- zbor rapid de-a lungul căilor de nori | drum optim

- zbor cu viteză mai mică pe alte direcții | drum optim

- unghiul de părăsire a căii de nori față de sol cu vânt de față

- unghiul de părăsire a căii de nori față de sol cu vânt de spate

- unghiul de părăsire a căii de nori față de aer, care include şi contraderiva

## CONCLUZII PRACTICE

Trebuie în primul rând , să ne formăm o imagine clară a implicației fenomenului asupra zborului şi să încercăm ca după exploatarea unei căi de nori să o părăsim sub un unghi de 45 - $65^0$. Plecarea de sub calea de nori nu se va face imediat sub unghiul optim ci, mai întâi, vom căuta să ne îndreptăm cât mai repede (sub un unghi mai mare) de banda de ascendență. În mod similar se va proceda şi la intrarea sub calea alăturată: cu aproximativ 100 m de ajungerea la ascendență vom mări unghiul de intrare față de cel optim. Vom urmări calea de nori până în punctul de unde ajungem la țel (care poate fi calea de nori alăturată sau un punct de viraj) sub unghiul optim (care include şi contraderiva). Dacă unghiul dintre direcția căii de nori şi traiectul nostru este de la bun început mare, nu merită să o urmăm. Aş dori să avertizez aici piloții foarte meticuloşi: cel care ține neapărat să urmeze drumul optim şi mânuieşte în acest sens un întreg arsenal de ustensile (abace, raportoare, busolă, calculator, etc.) va avea şanse mari de a scăpa din vedere ascendența promițătoare !

Oricum condițiile meteo nu vor fi niciodată suficient de omogene pentru a justifica acuratețea prea mare a acestor calcule. Este interesant să vedem totuşi ordinul de mărime al economiei de timp ce o putem realiza exploatând căile de nori.

Exemplu:

> O cale de nori care face un unghi de $30^0$ cu traiectul de zbor, permite în zbor rectiliniu o viteză de drum de 140 km/h în timp ce urmărind fidel traiectul s-ar putea obține 80 km/h. Vântul este din față şi are 32 km/h de-a lungul căii de nori. Vom zbura optim dacă părăsim calea de nori sub un unghi de $55^0$ şi vom realiza în final o economie de timp de 26% față de zborul de-a lungul traiectului.

## ZBORUL PRIN ZONE LIPSITE DE NORI

18.05.1971. Campionatul național desfăşurat la Bückeburg.
Proba zilei: triunghi de 234 km, Bückeburg - Hannoversch Munden-Kreiensen

Zburăm la început pe o condiție slabă, care se întăreşte pe parcurs, crescându-ne tot mai mult viteza medie. La 50 km de țel într-o ascendență de 2 m/s ajungem la plafon la 1200 m. Mai urmează vreo doi nori abia vizibili, după care cer senin. Doar la vest de traiect, între munți, se mai găsesc nişte urme de nori. Mă hotărăsc să fac un ocol, şi împreună cu mine alte 6 planoare. Grosul concurenților îşi continuă drumul pe senin în valea Weser-ului. Folosind ultimele ascendențe reuşim să urcăm cu greu la 1000 m în timp ce prin radio îi auzim pe ceilalți aflați în criză şi parțial aterizați ceea ce era destul de liniştitor. Dar nici pe noi soarta nu ne favorizează dispar şi ultimele urme de nori după care se formează alții, dar în mod surprinzător la numai 600 m, aceasta însemnând pentru noi, aflați printre dealuri, 400 m față de sol. După ce am văzut plecând şi ereții, am auzit la radio cum unii colegi de-ai noştrii, care au intrat fără speranțe în zona senină, urcă din nou. Am luptat cât am putut şi am aterizat în final la 15 km de țel. Câțiva mai zboară, avansând încet în curenți dinamici de pantă şi termici slabe pe partea sudică a văii, reuşind să "sară" de la Rinteln peste Weserberg până acasă.
Bineânțeles că după acestă experiență ne-am adresat meteorologului, iar explicația sa a fost următoarea: a pătruns o masă de aer rece care brusc a frânat formarea termicii, a produs rotirea vântului spre nord şi scăderea plafonului. Greşeala noastră a fost că am intrat peste dealuri, reducând astfel înălțimea de lucru față de sol. Ceilalți nu numai că aveau o înălțime mai mare, dar au găsit pe versantul sudic al Weserberg-ului ascendențe dinamice şi termodinamice. Această "mică diferență" m-a costat 142 de puncte în concurs.

Ceea ce s-a întâmplat aici este tipic pentru pătrunderea lentă a maselor de aer rece. Aceasta poate fi recunoscută prin creşterea sensibilă a vântului la sol. În acelaşi timp se schimbă de obicei şi direcţia vântului şi gradul de acoperire.

## PĂTRUNDEREA UNEI MASE DE AER RECE

Pe condiție de termică uscată, pătrunderea unei mase de aer rece, ce provoacă întreruperea bruscă a activității termice, este foarte greu de sesizat în timpul zborului.

Foto : Pătrunderea unei mase de aer rece

Dar în mod obişnuit cauzele lipsei de nori sunt de altă natură care nu împiedică zborul de distanță. Dacă de exemplu, în prealabil norii au fost dezvoltați este posibil ca umezeala existentă să nu mai fie suficientă pentru condensare, dar ascendența (uneori foarte bună) să existe. De multe ori aerul din apropierea solului are o temperatură atât de ridicată încât nu mai ajunge la condensare. Fenomene similare pot apare şi în unele zile de vară de maxim barometric când cumuli plați care în orele dimineții mai marchează bine termicile, sunt "dizolvați" de puternica încălzire din timpul zilei. Ascendențele uzuale devin mai puternice dar sunt mai greu de găsit.

O altă cauză ar fi temperatura prea redusă a solului datorată unei averse, zone mlăştinoase irigate sau altui motiv care împiedică generarea termicilor. Dacă aceste zone de inactivitate termică sunt prea întinse şi nu le putem străbate în zbor planat, trebuie să cântărim posibilitatea unui drum ocolit. Decizia în acest sens trebuie luată cât mai din timp pentru că o deviere unghiulară mică (dar începută de mai departe) asigură o distanță suplimentară mai mică decât o schimbare radicală a capului în apropierea zonei ce urmează a fi ocolită. Dacă ocolul nu este posibil sau este mult prea mare, pătrundem prudent în zona lipsită de nori urmărind cu atenție eventualele turbulențe care ne-ar putea indica existența ascendențelor. După găsirea primei termici putem să ne continuăm drumul zburând adecvat condiției de termică uscată.

## TERMICA INDUSTRIALĂ

Cantitățile impresionante de fum, gaze şi alte reziduuri evacuate prin coşurile rafinăriilor, combinatelor (petro)chimice, metalurgice şi a termocentralelor, pe lângă aspectul nociv asupra sănătății, reduc vizibilitatea şi însolația şi prin aceasta scad activitatea termică pe o rază destul de mare, mai ales în zilele cu maxim baric şi vânt slab. Totuşi, spre consolarea planoriştilor aceste zone prezintă şi nişte surse vizibile de căldură,

în mare măsură independente de însolație, care funcție de natura activității industriale generează ascendențe pe vânt slab sau în "cooperare" cu alți factori naturali. Aceste cămine termice urât mirositoare pot avea activitate continuă sau pulsatorie şi generează ascendențe salvatoare mai ales în orele serii când activitatea termică naturală încetează. Urcarea în aceste coloane nu face parte din cele mai mari plăceri ale zborului. Multe din aceste fumuri conțin substanțe nocive a căror acțiune se manifestă de regulă prin dureri de cap, greață, stări de vomă. În astfel de situații trebuie să ne urmărim reacțiile organismului, pentru ca înainte de apariția acestor simptome să părăsim ascendența poluată.

Termica industrială a fost în majoritatea triunghiurilor mari inițiate din zona industrială a Ruhr-ului, atât în orele dimineții cât şi seara, pentru parcurgerea porțiunilor cu insuficientă activitate termică naturală.

## TERMICA FĂRĂ CONDENSARE

Dacă aerul în urcare este prea uscat sau prea cald, pentru a se putea forma prin condensare nori, atunci aceşti curenți convectivi rămân invizibili ochiului nostru. Mecanismul ascendențelor, prezentat anterior (izvoare termice, puncte de declanşare, căi de ascendențe, etc.), rămâne valabil şi fără formarea norilor.

## ZBORUL PE TERMICA USCATĂ

Problema noastră, din punct de vedere al zborului, fără semne de marcare a termicii, să încercăm să zburăm tactic corect. Bineânțeles că acest zbor, care poate fi comparat cu încercarea de a găsi un copac de sprijin (ascendență) în timpul unei plimbări cu ochii închişi prin pădure, nu va putea fi numit optim. Câteodată însă deasupra unui relief uniform, nu avem altă soluție. Totuşi zborul în linie dreaptă şi aşteptarea ca norocul să ne scoată în cale o termică se recomandă numai în cazul în care nici una din soluțiile experimentale sau teoretice nu ne sunt de folos. În general şansa de a depista ascendențele este simțitor mai mare dacă ținem cont de :

- încălzirea aerului

Tocmai în cazul lipsei norilor este mai uşoară estimarea zonelor de formare a "rezervoarelor de aer cald"

- puncte de declanşare a termicilor
- înclinarea ascendențelor pe vânt
- alinieri de ascendențe, căi de convecție

Pe condiție de termică uscată, acestea se formează ca şi în cazul căilor de nori şi necesită o tactică corespunzătoare.

- semne vizibile ale descendențelor

Declanşări:

> Mişcarea caracteristică de unduire în câmpurile de cereale, trecerea bruscă la urcare a unui fum, convergența mai multor coloane de fum, direcții diferite de mişcare generală a aerului indicate de o mânecă de vânt sau fum, trombe de praf, etc.

Păsări în spiralare, alte planoare

Urme de condens la nivelul unei inversiuni.

Aerul la limita de saturație, cu urme de condens, este deseori foarte vizibil permițând în acest caz un zbor similar celui cu termici marcate de nori. Acest aer cețos este mai bine sesizabil prin lentile galben-brune decât prin cele albastre. Ochelarii de soare

cu lentile polarizate au dezavantajul că, împreună cu plexiglasul cabinei, oferă iluzia optică a unor zone mai întunecate de care m-am lăsat atras de multe ori până am descoperit cauza şi am înlocuit pentru totdeauna ochelarii respectivi.

Tactica de zbor în termică uscată determină de multe ori nu numai reuşita zborului nostru de distanță dar a decis în nenumărate cazuri asupra succesului într-o probă sau în clasamentul general al unor concursuri regionale, naționale sau internaționale, pentru că în concurs, pe condiție de termică, deci şi termică uscată, se zboară la distanță. Deci pentru cei cu ambiții competiționale este deosebit de recomandabilă familiarizarea atât cu teoria cât şi cu practica de zbor a termicii uscate. De exemplu o goană prea puternică în astfel de condiții a retrogradat, la Campionatul Național al R.F.G. în 1973, mulți piloți de frunte, în timp ce un zbor prea reținut a unuia din cei amintiți într-o altă probă dură de viteză, l-a costat 300 de puncte şi dreptul de participare la campionatul mondial din Australia!

Zilele cu termică uscată ascund nenumărate surprize, atât pozitive cât şi negative. Ele solicită piloților o atenție deosebită, mai ales în ceea ce priveşte relieful şi vegetația, căile de ascendențe şi urmărirea altor planoare.

## BRIZA DE MARE. FRONTUL BRIZEI DE MARE

În zonele de coastă ale mărilor şi lacurilor mari, în anumite condiții meteo, se ajunge la temperaturi diferențiate ale uscatului şi a apei, în timpul zilei. Încălzirea mai rapidă a aerului peste uscat duce la o anumită circulație a aerului, cunoscută sub numele de "briză de mare". Aceasta influențează posibilitățile de zbor cu planorul deasupra uscatului uneori până la distanțe mari de coastă şi de cele mai multe ori în sens negativ.

O încălzire puternică şi o activitate termică pronunțată precum şi un vânt slab dominant dinspre uscat înspre mare (condiționat de situația meteo generală) favorizează formarea brizei de mare.

În acest fel deasupra coastei sau la o mică distanță de ea deasupra mării, se formează o suprafață de separație între aerul de pe uscat şi aerul rece marin. Acest "front al brizei de mare" se poate asemăna cu un front rece cu întindere mică pe verticală. Aerul marin intră ca o pană sub aerul cald al uscatului şi frontul începe să se deplaseze. În orele dinaintea prînzului briza de mare se resimte ca un vânt răcoros ce bate mai mult sau mai puțin perpendicular pe coastă. Viteza sa este sensibil mai mare decât viteza de avansare a frontului. La limita de separație, masele de aer urcă putând forma o fâşie de nori paralelă cu coasta, a cărei bază este mai ridicată înspre uscat, deoarece aici aerul este mai uscat şi mai cald. Frontul brizei de mare se deplasează cu viteze de multe ori foarte variabile spre interiorul uscatului, ajungând la câțiva kilometri şi în cazuri mai rare la 50 - 100 km. În situații excepționale când vântul dominant dinspre uscat este relativ puternic, frontul se poate deplasa temporar şi înspre mare.

În cazul în care acest front nu este marcat printr-o fâşie de nori acesta devine dificil de sesizat pentru pilotul planorist. Câteodată frontul poate fi depistat prin faptul că aerul marin este mai puțin transparent (mai cețos) decât aerul de uscat. Această observație însă este de obicei prea târzie pentru pilotul care intră în zona aerului marin venind dinspre uscat. Odată intrat în aerul cețos cu greu va putea ieşi din această capcană, deoarece acest aer este de obicei inactiv din punct de vedere termic iar şansa de întoarcere spre interiorul uscatului este minimă. Doar în cazul în care frontul a pătruns mult deasupra uscatului este posibil ca, prin încălzire, el să-şi piardă caracterul şi să permită formarea unor termici slabe în condiții de vizibilitate precară, înainte de destrămarea sa completă. Dacă nu se întâmplă aşa atunci destrămarea are loc abia înspre seară când însolația devine insuficientă pentru încălzirea solului. Circulația generală dinspre uscat spre mare se instalează din nou, fiind în mod eronat interpretată ca "briză de uscat".

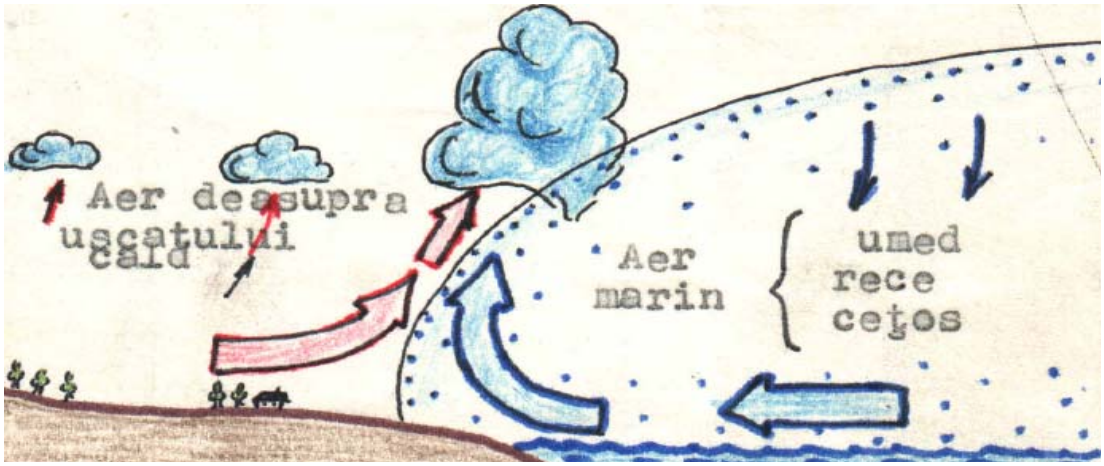



Foto : Briza de mare (Frontul brizei de mare)

Circulația brizei de mare poate aduce însă şi avantaje pilotului planorist. Uneori frontul brizei de mare este deosebit de activ, generând un şir de nori bine dezvoltați care pot fi exploatați ca orice cale de nori sau front rece, prin zbor în linie dreaptă.

Prevederea adâncimii de pătrundere a aerului marin este deosebit de dificilă şi nesigură. Din acest motiv piloții care zboară în zona de coastă trebuie să urmărească aceste fenomene cu atenție sporită şi în caz de incertitudine li se recomandă să ceară prin radio anumite informații care să-i ajute.

## CURGERI PESTE OBSTACOLE FORMATE PRIN CONVECȚIE

### *1. CURENT DINAMIC ÎN FAȚA UNUI OBSTACOL, FORMAT PRIN CONVECȚIE (UNDA TERMICĂ)*

În anumite condiții meteo, masele de aer ridicate în calea vântului (puternic), la scurt timp după urcarea lor prin mecanismul convecției termice, pot forma adevărate obstacole "meteorologice" pe care vântul le ocoleşte analog munților (obstacole orografice). Obstacolul "convectiv" rămâne activ pentru un timp relativ scurt, fiind pus în mişcare de vântul de la diverse înălțimi şi care îl va amesteca treptat cu aerul înconjurător.

Câteva zboruri interesante îşi găsesc o explicație acceptabilă prin aplicarea rațională a principiilor zborului la pantă şi a zborului în curenți de undă lungă în cazurile date.

Foto : Ascendența în fața norului. Unda termică.

Destul de des există posibilitatea ca în partea dinspre vânt a norului, după ieşirea de sub bază, să întâlnim o zonă liniştită de curgere laminară, cu ascendența uniformă în care putem urca câteva sute de metri, în tehnica patrulării la pantă, fără să intrăm în nor. Câteodată avem şansa ca în acest fel să ne ridicăm chiar deasupra norului.

Premizele formării acestui "curent de pantă" în fața obstacolului "meteorologic" sunt:

- o mişcare convectivă suficient de puternică pentru a forma un obstacol. (Cu cât dimensiunea perpendiculară pe direcția vântului a norilor tineri în formare este mai mare, cu atât mai puternic va fi curentul de pantă)
- o evidentă forfecare de vânt (creşterea vitezei vântului cu înălțimea).
- strat stabil deasupra nivelului de convecție.

Ultimele doua condiții se cer îndeplinite şi la formarea norilor de undă lungă în munți. În spatele obstacolelor convective se pot naşte "unde termice" cu un caracter analog celor generate obstacolele orografice. În acest caz sub ramura ascendentă a primei amplitudini se va găsi o altă celulă convectivă care va amplifica unda, sub ale cărei ramuri ascendente următoare vom putea întâlni alte "obstacole convective". Se formează astfel câteodată un sistem de unde în care termicile se găsesc aliniate perpendicular pe (forfecarea de) vânt. Carsten Lindemann a observat şi exploatat în mai multe ocazii acest gen de alinieri de termică caracterizate prin unda formată deasupra lor. Observația a fost făcută în câmpia din spatele pădurii Teutoburg, denivelare care, în condiții de vânt aproape nul la sol, a reprezentat locul de declanşare al primei bariere convective.

## *2. UNDA ASOCIATĂ CĂILOR CONVECTIVE (UNDA TERMICĂ)*

Căile de nori dar şi căile convective "albastre" sunt în general mărginite în partea superioară de straturi de inversiune. Deseori la această înălțime se schimbă şi direcția vântului.

Din nou sunt îndeplinite condițiile pentru formarea undelor în spatele obstacolelor convective.

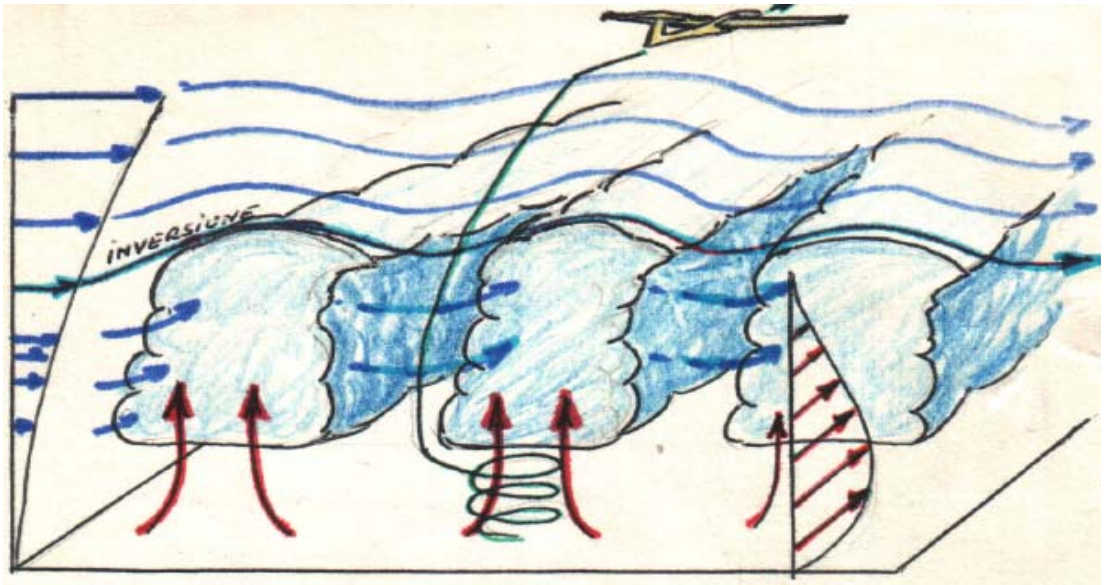



Foto : Unda asociată căilor convective (după Dr. Kuttner)

→ **:** Vectorii profilului (de-a lungul căilor de ascendențe);

→ **:** Vectorii profilului (perpendicular pe căile de ascendențe)

Condițiile ideale pentru efectuarea zborului în unda asociată căilor convective ar fi următoarele:

- deasupra stratului de convecție, în care se formează căile de nori, se găseşte o curgere laminară, puternică de aer usor stabil pe o direcție aproximativ perpendiculară pe căile de nori şi vântul care le-a generat.
- lungimea de undă naturală a stratului superior (de vânt), determinată de stratificarea de temperaturi şi viteza vântului trebuie să fie cât mai apropiată de distanța medie dintre căile de nori (fenomen de rezonanță).

## ZBORUL ÎN UNDE TERMICE

Deşi pe parcursul zborurilor de distanță este puțin probabil ca urcarea slabă în ascendențele din fața obstacolelor termice să ne aducă un câştig de timp, totuşi posibilitățile prezentate aici pe scurt sunt o sursă de zboruri deosebite, a căror frumusețe este fascinantă. Dacă sub un nor Cu bine dezvoltat, centrul ascendenței este evident deplasat înspre vânt, merită să încercăm dacă se poate urca în partea din față a norului. ªi în cazul undelor asociate căilor convective, această posibilitate se manifestă prin deplasarea evidentă a ascendenței de sub bază înspre direcția din care bate vântul la înălțime.

În aceste condiții meteorologice putem vedea deseori nori "frânți" şi împrăştiați în sensul forfecării de vânt.

# ZBOR ÎN CURENȚI DE UNDĂ LUNGĂ

## DESPRE FORMAREA CURENȚILOR UNDULATORII

În urma unui vapor în mişcare, în aer se formează curenţi ondulatorii pe care pescăruşîi îi exploatează, urmând fără efort vaporul la o distanţă fixă. Ei pot plana şi mai în spate, în unda secundară, iar dacă vor să se apropie de navă îşi măresc evident viteza (viteza de salt) pentru că trecând prin ramura descendentă a undei primare să ajungă în zona ei ascendentă. Pe cât de simplu şi evidentă ni se pare treaba aceasta, pe atât de complicat este mecanismul acestor fenomene ondulatorii. A durat mult până când planorismul a ajuns să exploateze curenţii de undă lungă şi abia după aceea, prin modele şi calcule laborioase, s-au făcut paşi în direcţia explicării şi stăpânirii acestor complexe procese naturale.

În vederea estimării mai precise a posibilităţilor de zbor în curenţi ondulatorii vom prezenta în continuare câţiva din factorii meteorologici de bază.

### *1. INFLUENȚE OROGRAFICE*

Observaţia cea mai importantă este că suprafaţa solului practic nu are nici o influenţă asupra lungimii de undă a oscilaţiilor ce apar. Obstacolul orografic are rolul de a crea în curgere o perturbaţie care la rândul ei se propagă funcţie de proprietăţile aerului. Perturbaţia poate fi mică sau mare dar lungimea de undă a oscilaţiilor transversale este determinată de factori meteorologici. În general un obstacol generează cu atât mai probabil curenţi de undă lungă în spatele său cu cât forma sa se apropie mai mult de forma ideală a undelor proprii ale aeului în mişcare.

În concluzie, este favorabil dacă:

- versantul obstacolului opus vântului are o scădere abruptă (forma versantului de sub vânt este mai importantă decât a versantului dinspre vânt. Versanţii de sub vânt, abrupţi favorizează şi forma curenţilor rotorici).
- muntele este relativ neted (valabil mai ales în cazul obstacolelor de înălţime mică).
- creasta muntelui este cât mai lungă, pentru ca aerul să nu aibă posibilitatea de a ocoli obstacolul prin lateral. Munţii de formă conică (sau cu suprafaţa expusă vântului, mică) nu produc curenţi ondulatorii.
- Creasta muntelui este cât mai perpendiculară pe direcţia vântului (până la abateri de cca. $30^o$ de la unghiul optim de $90^o$ se mai pot genera unde, care se vor aşeza paralel cu obstacolul, deci nu perpendicular pe vânt).
- În spatele obstacolului, după o vale favorabilă curgerii la o distanţă echivalentă cu lungimea de undă (sau un multiplu al ei) se află un al doilea versant muntos. (Astfel amplitudinea undei egală cu înălţimea ei creşte prin rezonanţă). Expresia foarte aproximativă a lungimii de undă este:

$$\lambda = 0{,}30\ U$$

unde U este viteza medie a vântului, exprimată în noduri. Rezultate mai precise se obţin dacă se ţine cont şi de alţi factori, ca de exemplu stabilitatea masei de aer în mişcare.

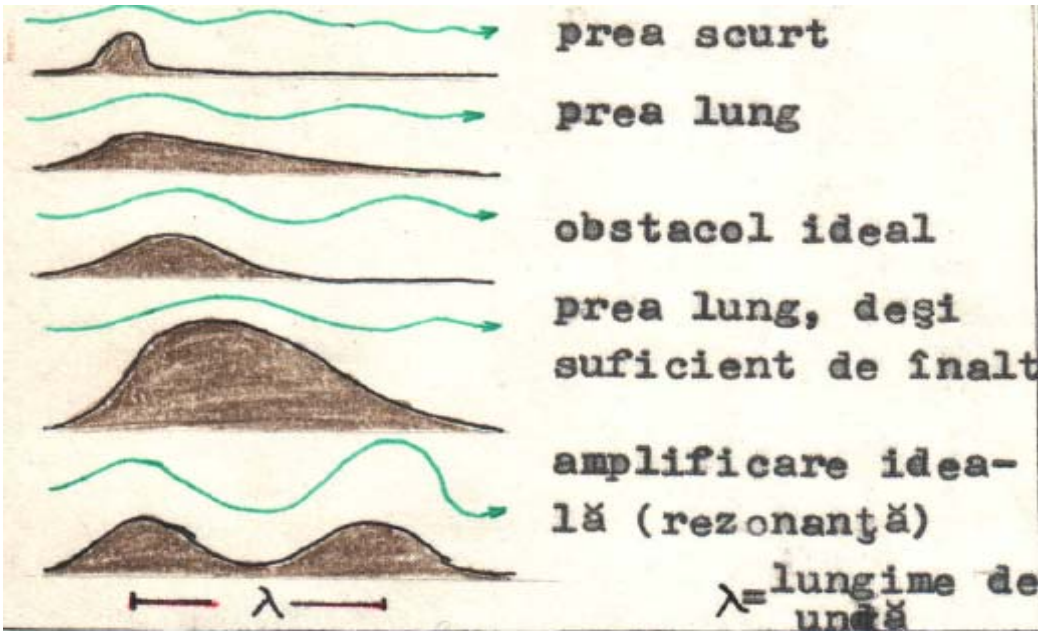



Foto : Influența formei secțiunii obstacolului (după Wallington)

## *2. FACTORI METEOROLOGICI*

Curenții ondulatorii sunt în mare măsură curgeri uniforme şi laminare. Din acest motiv nu sunt compatibili cu convecția termică sau alte perturbații turbulente. Undele se nasc în mod uzual numai în mase de aer stabile. Deosebit de favorabil este cazul în care un strat foarte stabil (izotermie sau inversiune termică) este poziționat elastic între două straturi de stabilitate mai redusă.

În continuare dăm o scurtă sinteză a factorilor favorabili:

- stabilitatea masei de aer (cu un strat intermediar de stabilitate mai ridicată, în interiorul căruia ne putem aştepta la amplitudini maxime).
- viteza vântului la nivelul crestei obstacolului minim 15 noduri.
- direcția vântului, până la limita superioară a stratului stabil, aproximativ aceeaşi.
- creşterea vitezei vântului cu înălțimea.

Cei pentru care estimarea probabilității formării curenților ondulatorii folosind cele patru elemente date mai sus, li se pare insuficient de precisă, se pot folosi de aşa numitul parametru Scorer, care dă o informație mai exactă asupra îndeplinirii condițiilor atmosferice necesare generării undelor. Acest parametru reprezintă partea meteo a ecuației curenților ondulatorii şi trebuie să scadă cu altitudinea dacă stratul de aer este capabil să oscileze în urma unei perturbații.

$$I^2 = 10^6 \cdot g \cdot \frac{\gamma_a - \gamma}{T \cdot V^2}$$

unde: I - parametrul Scorer
g - accelerația gravitațională
$\gamma_a$ - scăderea adiabatică de temperatură
$\gamma$ - scăderea reală de temperatură a stratului respectiv

T - temperatura absolută
V - viteza vântului

Parametrul Scorer scade dacă:
- stabilitatea scade cu înălțimea
- temperatura aerului rămâne relativ ridicată
- viteza vântului creşte

Viteza vântului, intrând la puterea a doua în expresie, are o importanță deosebită.

## MODEL DE CURGERE PENTRU CURENȚI ONDULATORII

Dacă condiția Scorer este îndeplinită, viteza vântului este suficient de mare şi suprafața solului favorabilă, atunci se pot forma curenți ondulatorii. Aceasta se poate întâmpla în spatele dunelor de nisip, pe malul mării, în spatele denivelărilor din zonele deluroase sau în munții înalți. Bineânțeles că imaginea curgerii nu va fi aceeaşi peste tot. Ca model standard prezentăm schematic alăturat, Foehn-ul din munții Alpi.

### *INTENSITATEA ASCENDENȚELOR NU ARE O LEGĂTURĂ STRICTĂ CU FORMAȚIUNILE NOROASE*

Formarea norilor este dependentă de umiditate şi amplitudinea undelor şi nu are o influență directă asupra fenomenului ondulatoriu. În descendența puternică din spatele obstacolului aglomerația de nori caracteristică Foehn-ului este "dizolvată". Se creează "gaura de Foehn" tipică. Deseori este singurul indiciu al existenței curenților de undă lungă. Funcție de forma obstacolului se pot naşte unul sau mai mulți rotori în care aerul din vale este turbionat puternic în jurul unei axe orizontale. Datorită modificărilor adiabatice de temperatură aceste vârtejuri conduc la o labilitate pronunțată.

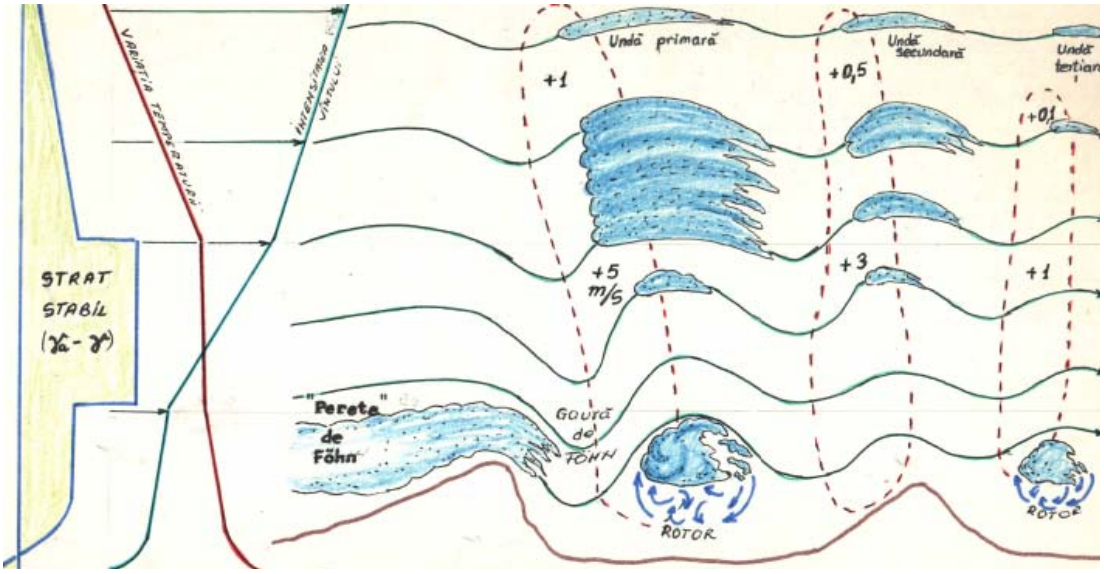



Foto : Formarea ascendențelor în undă

Curenții convectivi generați pe această cale accentuează turbulența în zona rotorului. Cele mai mari amplitudini ale undei se întâlnesc de obicei în stratul cel mai stabil. Vitezele ascensionale ajung aici în general la valorile lor maxime. Funcție de poziția lor, diversele

unde au "calități" diferite. Nu întâlnim întotdeauna ascensiunea maximă în unda primară. Dependent de cantitatea şi repartiția umezelii este posibil să nu se formeze nici un fel de nor, sau să apară Fractocumuli în rotor iar în zona amplitudinii superioare nori de tip Lenticularis, cu baza convexă, plană sau concavă.

La înălțimi mari se pot forma nori din ace de gheață care se întind pe o lungime mare peste zona ondulatorie, dizolvându-se foarte încet. În cazul unei umidități crescute, în spatele "Găurii de Foehn" se aglomerează o masă noroasă compactă care prin nişte prelungiri în partea ei dinspre vânt îşi trădează apartenența la fenomenul ondulatoriu.

Norii asociați undelor atmosferice pot fi recunoscuți prin faptul că în pofida vântului puternic, au o poziție mai mult sau mai puțin fixă față de sol, generându-se în partea dinspre vânt şi destrămându-se în partea opusă vântului. Locul lor de formare este zona de maxim al undei, iar forma lor este simetrică, norii subțiindu-se atât spre ramura ascendentă cât şi spre cea descendentă. Norii rotorici sunt formați din resturi de cumuluşi care în partea superioară sunt purtați de vântul puternic, până la dizolvarea lor totală în aval. În cazul unei umidități ridicate aceşti nori pot forma o structură compactă, asemănătoare unui tăvălug.

## TACTICA ZBORULUI ÎN CURENȚI ONDULATORII

Formele de relief variate şi diversele condiții meteo determină stiluri de zbor foarte deosebite. În timp ce undele formate în zone deluroase şi premontane sunt în general uşor exploatabile, alte situații ca de exemplu zborul în curenți rotorici ai Foen-ului alpin ne solicită toate cunoştințele şi experiența de zbor.

În vederea zborului vom îmbrăca haine călduroase şi vom urmări ca planorul să fie complet echipat, cu rezervă suficientă de oxigen (3 - 4 ore) pentru zboruri de altitudini mai mari. Ne vom lega strâns în chingi şi ne vom pregăti psihic pentru eventualitatea unui zbor în condiții de extremă turbulență în zona rotorică.

În unele zone decolarea se efectuează la mosor, se urcă în curentul dinamic puternic şi turbulent al unei pante, urmărindu-se câştigarea unei înălțimi cât mai mari. Din această poziție se zboară împotriva vântului, traversând scuturăturile descendenței rotorice pentru a ajunge în zona ascendentă a rotorului unde se caută ascendența puternică şi deseori îngustă (variații ale vitezei verticale de ± 10 m/s nu sunt o raritate). La o anumită înălțime ajungem în zona de curgere laminară a undei şi ascendența se linişteşte brusc. Dar este posibil ca, folosind remorcajul de avion, să trecem prin zona turbulentă şi să intrăm direct în ascendența curenților ondulatorii. Astfel de remorcaje, folosite de piloții polonezi la Grünau necesită atât din partea pilotului remorcher cât şi a pilotului planorist o capacitate de reacție perfectă şi nervi tari. În anumite condiții de relief se poate intra în ascendența undei fără a traversa în prealabil zone prea turbulente.

Urcând în ascendența undei ne vom pune din timp inhalatorul de oxigen (obligatoriu la peste 4000 - 5000 m) şi vom testa zburând în opturi şi S-uri cu botul în vânt (nu în spirale) zona de ascendență maximă. În tot acest timp vom ține o contraderivă puternică, funcție de intensitatea vântului. Ne vom marca precis poziția, luându-ne repere pe sol şi vom evita ca vântul tot mai puternic la înălțime, să ne deplaseze în aval, în ramura descendentă a undei sau în zona cu nebulozitate crescută. Putem schimba unda, dacă următoarea (din amonte sau din aval) promite o urcare mai bună. Urcarea în fața norilor masivi ai undei o vom face în tehnica patrulării la pantă asigurându-ne în permanență ieşirea înspre vale, pentru aterizare.

În mod uzual, cu creşterea înălțimii, zona ascendenței optime se depărtează înspre vânt față de "obstacolul" care a generat-o. Vom urmări apropierea înserării, ținând cont că în vale se întunecă deja când la mare înălțime totul este încă luminat. De asemenea vom urmări să ne mişcăm picioarele care în ciuda încălțărilor bune pot fi periclitate la o temperatură a mediului ambiant de -30$^{o}$ la -40$^{o}$ C.

Pe lângă pericolele legate direct de altitudinea mare (lipsa de oxigen, frig, presiune scăzută) mai există şi altele datorate subestimării intensității vântului, înserării rapide şi închiderii stratului de nori. Un pericol deosebit îl reprezintă nebulozitatea, care în condiții de umezeală ridicată şi slăbirea vântului poate crea straturi compacte care se închid sub noi. Funcție de situația dată se recomandă coborârea rapidă (eventual în vrie) prin ultimele spărturi ale "găurii de Foen", aşteptarea (dacă suntem la începutul zilei şi înălțime mare) sau ieşirea înspre zona prealpină (de câmpie) unde avem şanse mai mari în traversarea păturii de nori, aflată la o distanță mărită de sol, şi aterizare. Niciodată nu vom încerca traversarea stratului de nori deasupra munților cu excepția cazurilor în care suntem absolut siguri că există sufiecient spațiu între plafon şi sol iar grosimea stratului ne permite o trecere rapidă (indiferent de situație trebuie să fim dotați pentru zbor instrumental).

În domeniul zborului alpin recomandăm cartea lui Jochen von Kalckreut, intitulată "Zborul deasupra Alpilor" care oferă detalii în această problemă.

Curenții ondulatorii au jucat până nu demult un rol secundar în zborul de distanță. Condiții meteo favorabile formării undelor se întrunesc mult mai rar decât cele necesare zborului termic. Cel mai spectaculos zbor de acest gen a fost efectuat în 18.12.1974 de francezul Vuillemont, care plecând de la Vinon şi exploatând unda de deasupra Cannes-ului (8200 m) a ajuns purtat de vânt până în insula Corsica. Între timp au fost executate o serie de zboruri de distanță în Alpi în care s-a folosit ascendența undelor. Unii munți, ca de exemplu Anzii sud-americani, sunt susceptibili de a ascunde (încă) recorduri, dar din păcate nu au fost suficient de exploatați.

Recordurile mondiale (de zbor cu țel fixat şi dus-întors) realizate în curenți dinamici şi de undă lungă a munților din Noua Zeelandă şi Apalachi din SUA, au demonstrat posibilitățile deosebite pe care le pot oferi curenții ondulatorii în cazul întrunirii tuturor condițiilor favorabile.

**UNDA DE INVERSIUNE - UNDA DE FORFECARE** (Unde în deplasare)

Wolfgang Itze îşi descrie zborul din 16.09.1962 în revista "Deutscher Aeroclub" nr. 1 / 1963:

> Am decolat la 17.35, cu o oră înainte de apusul soarelui de pe aerodromul Kassel-Waldau, cu un planor Ka 8 al aeroclubului Meissner, la remorcaj de automosor şi luând 350 m înălțime. Cu ultimul rest al termicii de seară mai câştig 100 m, urcând cu 0,5 m/s. Am renunțat la spiralare în momentul în care nu puteam păstra decât 0 m/s în zbor rectiliniu cu viteză mică şi am pornit să-mi fac "plimbarea de seară" După 4 km făcuți în linie dreaptă nu am pierdut încă înălțime. Zburând în S-uri am determinat direcția undei de inversiune şi la 30 de minute după start, când din aer au dispărut şi ultimile semne ale termicii de seară am început să urc cu 1 m/s parcurgând nişte opturi foarte alungite (până la 10 km) ca în zborul la pantă. Când la 700 m am ajuns la limita inferioară a inversiunii urcarea s-a redus la 0 m/s. Aş fi putut continua zborul şi parcurge o distanță mai mare dar înserarea m-a obligat să aterizez. La aproximativ 4 km depărtare de unda în care am urcat am descoperit alta paralelă şi foarte întinsă. După ce am verificat direcția acesteia am aterizat.

În timpul zborului sau Itze şi-a amintit de reprezentarea teoretică a undei de inversiune din cartea lui W. Georgii "Navigația meteorologică şi zborul cu planorul" şi i-a dat o interpretare corespunzătoare din punct de vedere practic.

Undele de inversiune iau naştere în cazul în care la nivelul unei inversiuni există o puternică forfecare de vânt. Ele se formează independent de obstacole ( de relief sau convectivitate) şi se aseamănă cu valurile de pe suprafața mării. Direcția lor este

perpendiculară pe direcția forfecării de vânt. Itze ne dă următoarele date pentru ziua de 12.09.1962: vânt la sol $210^o$ / 5 noduri, vântul de altitudine la 850 m - $270^o$ / 15 noduri. Dacă această modificare a vântului a avut loc relativ brusc la nivelul inversiunii atunci rezultă o forfecare de vânt de $110^o$ şi 13,5 noduri. Undele ar fi trebuit să se întindă deci pe direcția $20^o$ - $200^o$. Itze a confirmat direcția de $10^o$ - $190^o$ care este foarte apropiată de cea teoretică. Concomitent undele trebuiau să se mişte pe direcția forfecării, deci $100^o$ , pentru că undele de forfecare se deplasează analog valurilor de mare.

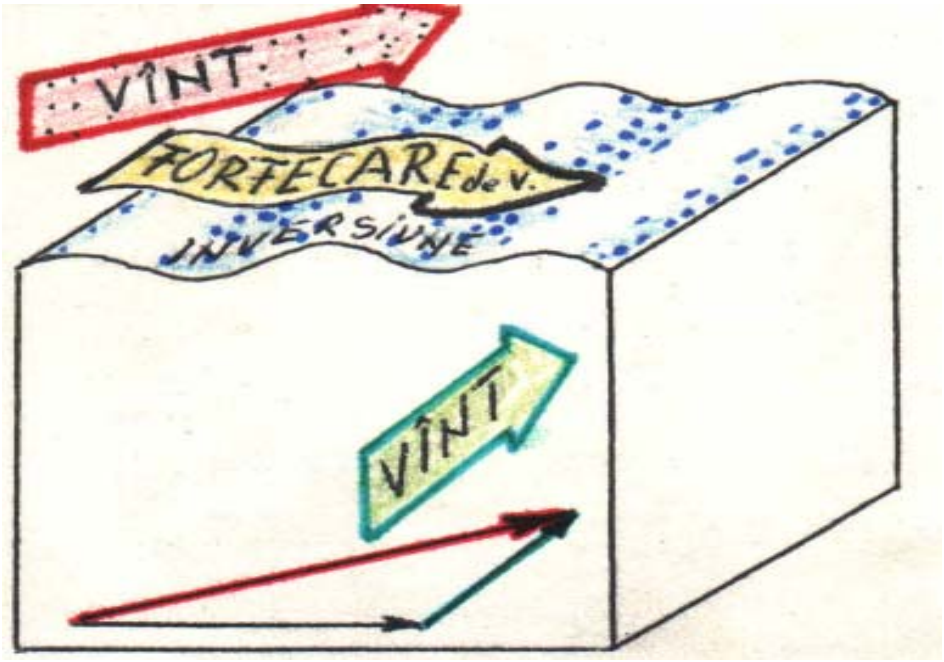



Foto : Unda de inversiune

Direcția şi valoarea forfecării se obțin prin scăderea vectorilor de vânt.

Distanța amintită, de 4 km, până la următoarea undă nu prea îşi găseşte explicația deoarece undele de inversiune (numite şi unde Helmholz) pot avea lungimi de undă aşa mari doar în condiții extreme (lungimea de undă creşte cu intensitatea forfecării şi scade cu creşterea valorii inversiunii de temperatură. Deoarece în mod uzual forfecările puternice se asociază cu inversiuni intense, lungimea de undă este în general de sub 1 km). Un zbor efectuat de Kolde în 1960 la Juist, şi analizat ulterior de H. Jaekisch, a oferit concluzii mai apropiate de modul sus discutat.

Undele de inversiune sunt limitate la un strat subțire, sunt dificil de localizat (pentru că se deplasează) tind să se "reverse" (analog cu spargerea valurilor) şi au astfel o viață în general scurtă. Este incert dacă aceste unde vor avea un rol în zborul de distanță.

# ZBORUL DINAMIC

Mobilizati de performantele deosebite ale albatrosului, care prin utilizarea iscusita a forfecărilor de vânt din structurile mai joase ale atmosferei, planeaza fără ascendente şi strabate oceane, în deceniile trecute au aparut diverse lucrari teoretice care incercau sa ??? aceste surse de energie zborului cu planorul. Deoarece până nu demult lipseau zboruri de confirmare, aceste idei au fost categorisite ca nişte abstractii matematice fără aplicabilitate practica.

Inge Renner, campion mondial în 1976 la clasa standard*, a executat astfel de zboruri, demonstrând ca şi în lipsa curentilor ascendenti, dar în conditiile unei forfecări puternice de vânt sunt posibile zboruri mai îndelungate cu planorul.

***Principiul problemei:***

Sa consideram un planor ce zboara cu 200 km/h într-o atmosfera linistita. Tragind de mansa îi reducem viteza la 100 km/h. Prin aceasta reducere a "avintului" cistigam înățime, sa zicem 90 m. Privit în ansamblu, planorul nu a cistigat energie ci doar a realizat transformarea unei forme de energie în alta (energie cinetica în energie potentiala). Considerind frecarea cu aerul, rezulta ca planorul a pierdut energie. Variometrul ne confirma aceasta pierdere din timpul evolutiei, indicind "infundare". Dacă în schimb, presupunem ca prin tragerea de mansa planorul urca într-un strat de aer în care intilneste un vânt de fata de 100 km/h, atunci vitezele s-ar insuma, la cea proprie ramasa, de 100 km/h, s-ar adauga cei 100 km/h ai vântului de fata. Vitezometrul ar indica din nou 200 km/h. Variometrul de energie totala ar indica ca urcarea realizata este de fapt un câştig de energie, acul arătând "ascendenta".

Cabrajul în sens opus unei forfecări de vânt conduce deci la un câştig energetic într-un mod analog, executind un picaj cu vânt de spate în straturile ce au viteza mai mica. Deci executind un picaj în sensul forfecării de vânt conduce iarăşi la un câştig de energie.

Un planor aflat în stratul de viteza mare poate câştiga energie într-un mod analog, executind un picaj cu vânt de spate în straturile ce au viteza mai mica. Deci executind un picaj în sensul forfecării de vânt conduce iarăşi la un câştig de energie.

Zborul dinamic se bazeaza pe unirea unor traiectorii ascendente în sens opus forfecării de vânt cu altele descendente în sensul forfecării. De aici pot rezulta traiectorii eliptice inclinate spre vânt (A), dar pot fi şi opturi (B) sau sinusoide (C).

***Rezolvarea practica:***

În realitate forfecările de vânt nu se apropie de valoarea din exemplul de mai sus, dar şi în cazul unor forfecări mult mai slabe cistigul de energie ar putea compensa pierderile datorate forfecării şi ar putea permite zborul de distanta. În afara de zona curentilor jet, forfecări puternice putem intilni mai probabil în stratul de frecare cu solul şi la nivelul inversiunilor de temperatura.

Albatrosul, o pasare cu aripi zvelte, anvergura de circa 3 m şi incarcare alara foarte ridicata, îşi reduce viteza în mod evident, executa un viraj la viteza foarte mica şi incepe un picaj accelerat cu vânt de spate. În imediata apropiere a apei executa apoi al doilea viraj, la viteze şi acceleratii ridicate, pentru a urca din nou cu vânt de fata.

Gradul ridicat de periculozitate al acestor acrobatii în apropierea solului fac ca forfecările de vânt din stratul de frecare cu solul sa fie prohibite planoristilor. Dacă mai scadem şi forfecările de vânt din preajma curentilor jet nu ne mai ramine decât posibilitatea forfecărilor la nivelul inversiunilor.

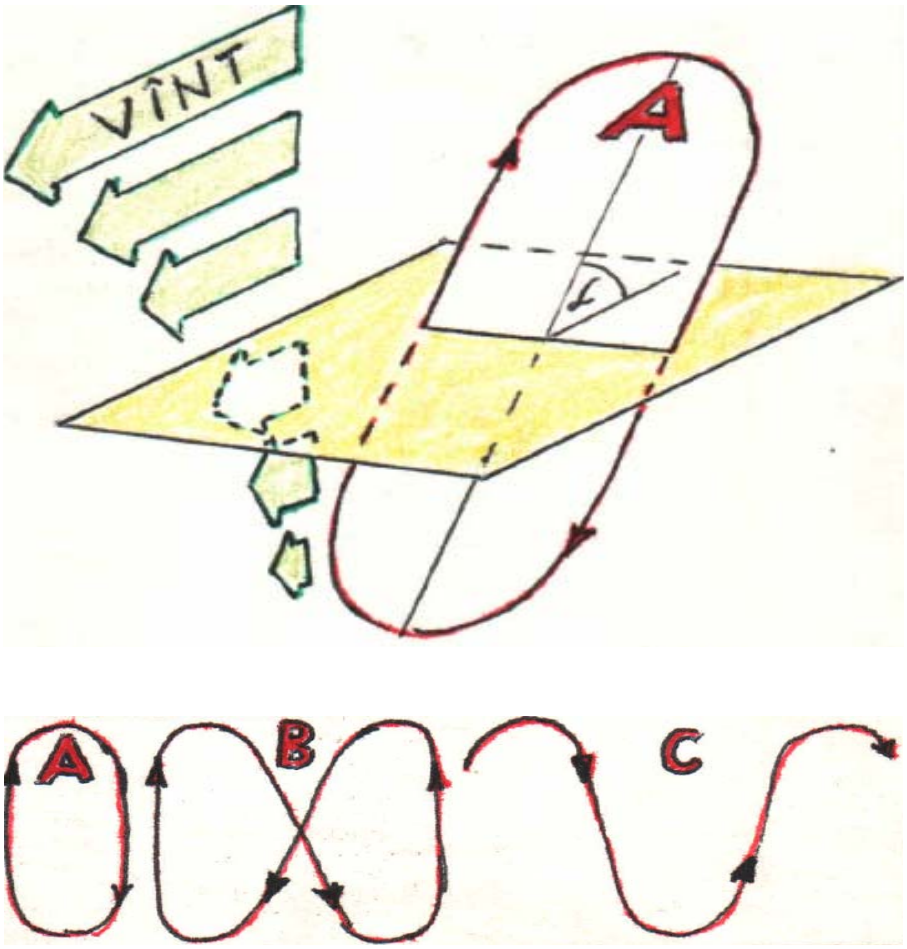



Foto : Schema zborului dinamic

Planoarele noastre actuale au un ecart de viteza suficient de larg (80-250 km/h) în care performantele lor permit realizarea tuturor manevrelor de zbor necesare. Pentru astfel de zboruri s-ar preta mai ales noua clasa de planoare "curse", datorita maniabilitatii deosebite.

Renner şi-a efectuat incercarile cu un planor Libelle H301, versiunea cu voleti. Conform descrierii sale în dimineata zilei de 24 octombrie 1974 la Toemmval vântul era aproape zero la sol. Urcind în remorcaj de avion la aproximativ 300 m, a strapuns o inversiune clar marcata prin aerul cetos, intrind într-un strat de vânt puternic. Ansamblul avion-planor avansa incet. Inge Renner apreciaza saltul în viteza vântului la circa 40 noduri (!). Declansind cam la 3 km de aerodrom, de la înălțimea de 350 m a inceput un picaj cu vânt de spate până sub nivelul inversiunii. La circa 250 m avind 200 km/h a executat un viraj strins de 180 $^{o}$ (acceleratia aproximativ 3g) şi a trecut pe o traiectorie ascendenta (panta de circa 30$^{o}$) cu vântul de fata. Prin aceasta manevra şi-a recâştigat înălțimea de plecare, unde a repetat jocul executind o intoarcere cu viteza (şi acceleratie centrifuga) mica. În acest mod a ramas în aer vreo 20 minute, fără sa piarda din înălțime, dar deplasarea produsa de vânt era atât de mare încât a trebuit sa-şi intrerupa zborul pentru a putea ateriza pe aerodrom.

În zboruri ulterioare, executate cu un PIK 20, a câştigat treptat experienta, reusind ca avansind permanent fata de vânt sa se pastreze la verticala aerodromului.

Din descrierea lui Renner mai rezulta şi faptul ca figura C i s-a parut cea mai simpla de realizat practic. Opt-ul în plan inclinat (figura B) este la rindul lui mai simplu decât elipsa (figura A). Dacă energia câştigată este suficient de mare, atunci prin varierea

unghiului ά, la zborul în urcare sau coborire, ne putem lasa deplasati în sensul, sau în sens opus vântului.

Zborul după o traiectorie ca în figura C ne permite şi deplasari laterale. Forfecările de vânt de talia celor descrise de Renner fac parte probabil din extremele continentului australian. Dacă într-un strat gros de 100 m vântul variaza cu 40 noduri, atunci aceasta corespunde unui gradient de aproximativ 0,2 m/s la fiecare metru de înățime câştigat. Dr. Tremmssdorf şi ing. Wedekind din Aachen au calculat ca pentru un planor de talia Nimbus-ului ar ajunge (la limita) şi a saptea parte a acestui gradient, deci 0,03.

Vorbind în limitele continentului european, o situatie meteo care pare a fi favorabila unor astfel de zboruri este un Foehn care care sa nu ajunga până la nivelul solului: - dacă vânturile de înățime aluneca peste o masa de aer rece blocata într-o vale, am putea sa incercam norocul cu zborul dinamic, în locul zborului în curenti ondulatorii. O incercare incununata de succes în acest sens ar prezenta cu siguranta mai mult interes decât un diamant de înățime.

# NAVIGATIE

## PREGATIREA ZBORULUI

### *HARTA*

Din convorbirile radio ale unui concurs desfasurat în 1972:

"Urcare buna. Am ajuns din urma cei mai avansati concurenti."

"Bine. Continua tot asa Klaus."

"Totul merge ca pe roate, sunt aproape de punctul de viraj, am depasit grupul conducator."

După o pauza de 5 minute:

"Klaus. Pozitia?"

"Ar trebui sa fiu la punctul de control ... o clipa ... ciudat, nu e nimeni în apropiere."

"Vezi cosul de fum al unei fabrici?"

"Nu, Otto, sunt deasupra unor lacuri mici, unde ar pute fi asta?"

"Poate ai trecut de punct, atunci ar trebui sa vezi o cale ferata. Compara cu harta!"

"Mi-e imposibil ..., mi-ai lipit-o şi nu pot sa o desfac!"

Pauza...

Urmeaza alte explicatii îndelungate privitor la ce şi unde ar trebui sa se vada. Punctul de viraj a fost într-adevăr gasit, dar cu un consum de energie atât de mare încât pilotul si-a uzat nervii peste masura şi ceilalti concurenti l-au depasit.

La Campionatul National al RFG din 1973 un pilot a avut o patanie opusa celei de mai sus. El si-a depliat harta în zbor, intinzind-o tot mai mult în cabina - harta continea toata tara la scara 1:200000! A putut urmari foarte bine semnele de pe harta, dar nu mai putea vedea nimic altceva. Au urmat câteva clipe de zbor necontrolat. Plin de furie şi-a facut harta ghem, aruncind-o în spatele scaunului.

Pentru a nu ne sufoca într-o harta cât un cerceaf şi nici sa nu fim pusi în situatia de a iesi dincolo de marginile ei sau de a netezi diverse cute în timpul zborului se recomanda folosirea unei harti de navigatie ICAO cu scara 1:500000. Pentru zboruri executate într-o zona mai restrinsa şi cu navigatie dificila, pe vizibilitate redusa şi în general pentru securitatea zborului putem sa ne folosim de o harta auxiliara cu o scara mai mare. În RFG avem la dispozitie o harta de navigatie cu scara 1:250000 pe care, din pacate semnele nu sunt prea evidente şi sunt acoperite de cai aeriene şi alte indicatii pentru securitatea zborului. Harta topografica cu scara 1:200000 arata bine detaliile solului, este însă incomod de manevrat din cauza scarii prea mari. Noul atlas auto ADAC pare a fi ideal scopurilor noastre.

Acesta reprezinta harta generala la o scara mai redusa (de 1:250000) şi combinata cu un siastem ingenios de pliere. Pacat ca aceasta harta auto nu a fost folosita ca baza pentru harta de navigatie cu aceeasi scara. Sistemul ei de pliere este foarte potrivit pentru zborul cu planorul, şi merita sa ne transformam hartile ICAO în acest fel, prin taierea lor la mijloc pe directia E-V. Le pliem corespunzator şi le lipim în continuare, rezultind un caiet cu harti pe care il putem parcurge continuu de la E la V. Acest sistem de pliere se recomanda mai ales la harti cu scara mare. Înainte de taierea, plierea şi lipirea hartilor se recomanda verificarea completarii lor cu informatiile care ne sunt utile (aerodromuri, terenuri de rezerva, frecvente radio, etc.)

Holighaus şi Hillenbrand recomanda suplimentar trasarea cu creion subtire a unui sistem de coordonate polar. În jurul aerodromului de baza se trag cercuri concentrice, distantate intre ele la câte 10 km. În interiorul cercului de 20 km trasam directiile de sosire din 30 în 30 de grade, intre 20 şi 60 km din 10 în 10 grade iar peste 60 km din 5 în 5

grade. Rezulta în acest fel un sistem de coordonate care ne permite sa dam rapoarte de pozitie precise precise, şi sub forma numerica, în cazul unui relief uniform (la radio de ex. 270/84 = 270$^{o}$ fata de aerodrom, la o distanta de 84 km). În plus vom avea astfel şi capul compas pentru a ajunge la aerodromul de placare.

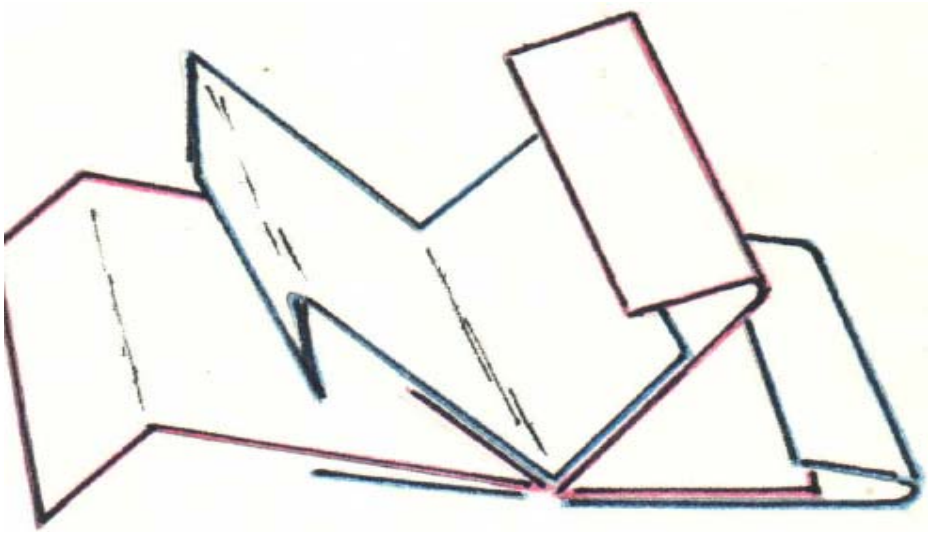


Foto : Plierea hartilor în atlasul ADAC

**SISTEM DE COORDONATE CENTRAL**

Acest sistem s-a evidentiat în mai multe zboruri datorita claritatii sale, dar are dezavantajul de a incarca suplimentar harta. Pentru fiecare zbor în parte vom pregati setul de harti necesare. În primul rând hartile de navigatie de 1:500000 şi suplimentar un set cu scara 1:250000 sau 1:200000.

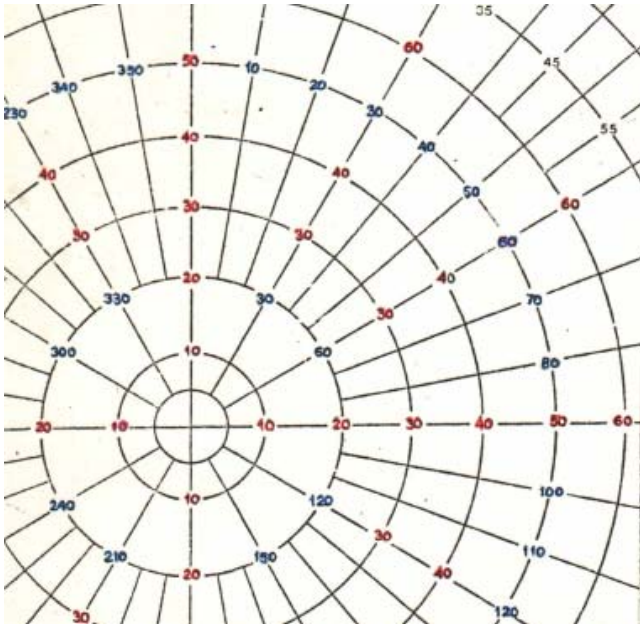



Foto : Coordonate centrale

Folosind sistemul amintit nu vor exista unitati mai mari de 20 x 30 cm şi putem avea la dispozitie suficiente planse pentru a nu fi în pericol de a "iesi" din harta în cazul în care nişte ocoluri ne indeparteaza de la traiect.

## STABILIREA TRAIECTULUI

Atât timp cât nu suntem într-o competitie ne putem stabili singuri "proba zilei". Deoarece înainte de zbor nu avem prea mult timp la dispozitie este bine dacă ne selectam din timp o serie de traiecte (dus-intors, triunghiuri, patrulare, etc.) de diverse lungimi. Bineânțeles ca acesta lista va cuprinde doar traiecte studiate, care evita zonele de interdictie pentru zborul cu planorul sau zonele de activitate termica slaba. Lungimea fiecarei laturi, a intregului parcurs precum şi orientarea laturilor le vom avea dinainte calculate şi pregatite.

Primul nostru drum într-o zi de zbor de distanta ne va duce la meteorologi sau la telefon pentru a obtine informatiile meteo necesare. O imagine de ansamblu asupra situatiei meteo o vom avea deja dacă urmarim buletinele meteo în jurnalele TV ale serii precedente sau dacă ascultam informatiile meteo difuzate la radio special pentru planoristi.

Dacă vom asalta mateorologul de serviciu cu intrebari de genul : "Cum va evolua termica azi? Ajunge pentru 300 km?" atunci cu siguranta nu vom primi un raspuns scurt şi satisfacator. Este destul de greu de elaborat o previziune generala care sa fie pe cât posibil exacta iar detaliile care ne intereseaza pe noi, depasesc cu mult aceasta activitate zilnica a meteorologilor. Deci pentru a putea da un raspuns intrebarilor noastre, meteorologii trebuie sa munceasca în plus, lucru pe care îl fac cu placere dacă timpul le permite şi dacă nu le cerem imposibilul. De unde poate sti el dacă solicitantul (de cele mai multe ori necunoscut)poate face 300 km, chiar dacă ar avea o imagine clara asupra conditiilor meteo? De unde poate el estima valoarea termicilor dacă nu este el insusi planorist sau dacă pilotii doar îl chestioneaza, fără a-l informa după zbor dacă previziunea lui s-a adeverit sau nu. Trebuie sa incercam sa stabilim cu meteorologul noastru o relatie de incredere reciproca. Nu trebuie sa cerem mai mult decât ne poate oferi dotarea tehnica, nu trebuie sa asteptam nişte capodopere de precizie din partea meteorologului şi trebuie sa-i dam posibilitatea de a se exprima ambiguu în cazul în care previziunea este şi ea la rindul ei incerta. Trebuie sa-l cautam cât mai des posibil, după zilele bune sau slabe de zbor şi povestindu-i pe scurt cele intimplate, sa-i facem placerea de a-i confirma previziunea sau sa-l intrebam asupra elementelor a caror modificare a dus la o alta evolutie a vremii decât cea prevazuta.

Aceste intrebari trebuie sa i le punem cu mult tact pentru a nu leza orgoliul profesional al celui care a incercat sa ne ajute. Fiecare meteorolog bun va fi recunoscator pentru informatiile care îl vor ajuta sa-şi mareasca precizia previziunilor pe un termen cât mai lung. Noi, ca piloti, la rindul nostru vom avea ocazia sa constatam cât de greu este sa prevezi evolutia unui fenomen atât de complicat cum este termica a carei dezvoltare depinde de nenumarati factori.

Pentru zona Saarland am intocmit în colaborare cu statia meteo Ensheim formularul prezentat la pagina **** . Acesta este prelucrat de catre meteorologul de serviciu iar rezultatul se poate afla pe cale telefonica şi afisa pe o tabla la diversele aerodromuri sportive din zona. O astfel de procedura exista şi în landul Nordrhein-Westfalen. Acest mod de informare s-a impus ca fiind deosebit de eficace şi degreveaza meteorologii de o serie de respunsuri pe care ar trebui sa le dea solicitantilor individuali. Prevederile au devenit mai bune şi mai precise iar meteorologii îşi vad rasplatita munca suplimentara (de câte o ora) care contribuie la cresterea performantelor. Dacă nu putem apela la un astfel de formular atunci ar fi bine sa sunam de doua ori, prima data pentru a solicita sintetizarea unor informatii ce ne intereseaza şi a doua oara după 15 minute până la o ora, (meteorologii au şi alte sarcini de serviciu) pentru a lua prognoza.

Conform acestor prevederi şi a experientei noastre în aprecierea conditiei meteo, vom estima calitatea ascendentelor, durata probabila a zborului şi, în mare, directia cea mai favorabila. În aceasta apreciere nu vom cadea în greseala de a ne calcula viteza medie de drum pornind de la polara planorului şi urcarile estimate, precum ca functie de repartizarea ascendentelor, cai de nori şi mai ales priceperea personala, vom fi mai rapizi sau mai lenti decât rezultatul acestui calcul cu prea multe necunoscute. Mult mai bine am putea sa ne apreciem viteza medie prin compararea cu experienta altor zboruri efectuate în conditii meteo similare.

Din viteza medie şi durata totala de activitate termica va rezulta distanta totala (fata de aer) la care putem spera. Tinind cont de faptul dacă vrem sa ajungem cu siguranta la tel sau acceptam posibilitatea unei aterizari în afara aerodromului vom alege latura cu vânt de fata astfel încât s-o parcurgem în perioada de maxima activitate termica a zilei iar în peroada termicii de seara (mai slabe) sa ne apropiem de casa ajutati de vântul de spate.

Judecind din punctul de vedere al bazei norilor şi al desimii lor, concluzia practica ce se poate trage este ca plafonul mai jos avantajeaza zona de cimpie iar o conditie cu nori prea rari ne indeamna la trasee montane, mai active din punct de vedere termic.

## PREGATIREA HARTII PENTRU ZBOR

Pe o harta ICAO cu scara de 1:500000 ne vom trasa traiectul cu un creion subtire, lasind libera zona punctelor de viraj. Dacă se prefera creioane cu fibra, care lasa o linie mai clara, atunci traiectul trebuie acoperit în prealabil cu banda adeziva transparenta pe care se va face trasajul şi care după zbor poate fi indepartat. Cu 30 km înainte de punctele de viraj precum şi incepind de la 50 - 60 km de tel se vor face marcaje din 10 în 10 km.

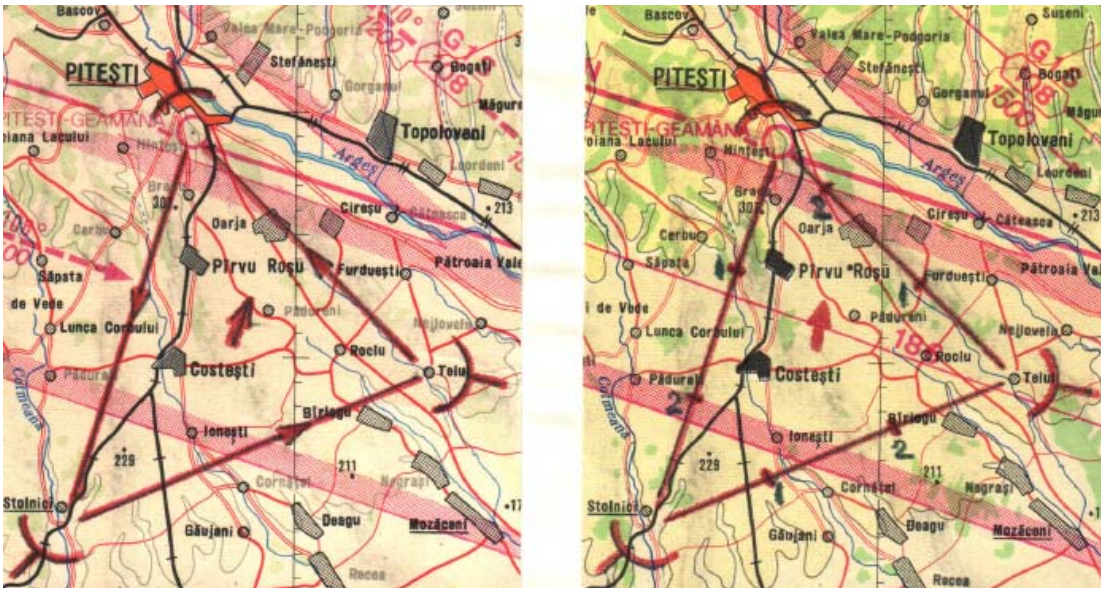



Foto : Pregatirea hartii 1:500000 pentru zbor

Linia traiectului (lasind libera zona punctelor de viraj), marcaje de distanta din 10 în 10 km. Punctele de viraj cu bisectoarea sectorului foto.

Marcaje din 10 în 10 km care pot inlocui linia traseului.

"Pictarea" hartii trebuie sa o facem într-un mod cât mai rational pentru ca nu o data s-a intimplat ca o linie groasa sa acopere un detaliu trecut pe harta şi sa ingreuneze astfel zborul. În principiu ne-ar ajunge şi nişte marcaje din 10 în 10 km fără linie trasa pentru

traiectorie. În acest fel se obtine o imagine mai aerisita a hartii. În mijlocul hartii vom indica printr-o sageata, evidenta, directia vântului. Hartile cu scara 1:250000 vor fi pregatite în mod similar. Toate insemnarile şi marcajele facute le vom acoperi cu banda adeziva transparenta pentru a impiedica stergerea lor în timpul zborului.

## DETERMINAREA CAPULUI COMPAS (TRIUNGHIUL VITEZELOR)

În zborul de competitie cei mai multi piloti se preocupa prea putin de elemente ca: unghi de contraderiva, componenta laterala a vântului, sau altele asemanatoare. Se pare ca în acest fel se pierd uneori în mod inutil nişte puncte de viteza.

Stabilirea unghiului de contraderiva şi a componentei laterale a vântului de-a lungul traiectului fac parte din activitatea de pregatire a zborului la viteze mici ale vântului, ele contribuind la eliminarea ocolurilor inutile, involuntare (şi timp pierdut în cautarea punctelor de viraj) şi fiind indispensabile în calcularea saltului final. Cele doua elemente amintite le putem obtine printr-o constructie grafica, folosind rigla de calcul sau în modul cel mai rapid şi precis folosind abacul de navigatie, descris în continuare şi pe care îl recomand cu caldura a fi montat pe cealalta fata a abacului de salt Stocker[1] , datorita modului banal de utilizare.

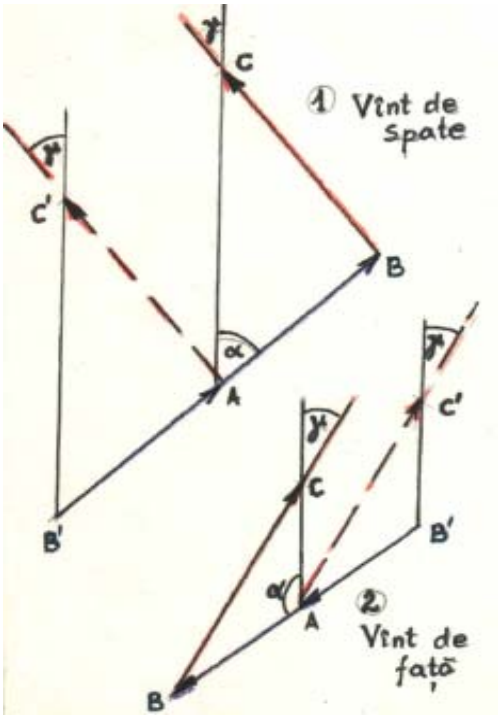



Foto : Soluție grafică

Solutie grafica

AB - vectorul vânt
ά - unghiul vântului cu drumul
BC - vectorul viteza proprie ($V_p$)

Rezulta:

γ - unghiul de contraderiva
AC - viteza fata de sol ($V_s$)

Deoarece triunghiurile ABC şi B`AC` sunt egale putem obtine aceleasi valori din triunghiul B`AC`. Pe aceasta observatie se bazeaza principiul abacului de navigatie.

[1] (n.t.) - Cunoscut la noi sub denumirea de abac Makula

Conditii de lucru cu triunghiul vitezelor:

Se dau : - capul adevarat CA
- viteza proprie $V_p$
- viteza vântului $V_v$
- directia vântului ω
(→ CA - ω + 180 = unghiul vântului cu drumul ά)

Se cer: - unghiul de deriva γ respectiv capul compas tinându-se cont şi de unghiul de contraderiva = CA - γ
- viteza fata de sol ($V_s$ - $V_p$ = componenta longitudinala a vântului

**UTILIZAREA ABACULUI**

Abacul de navigatie.

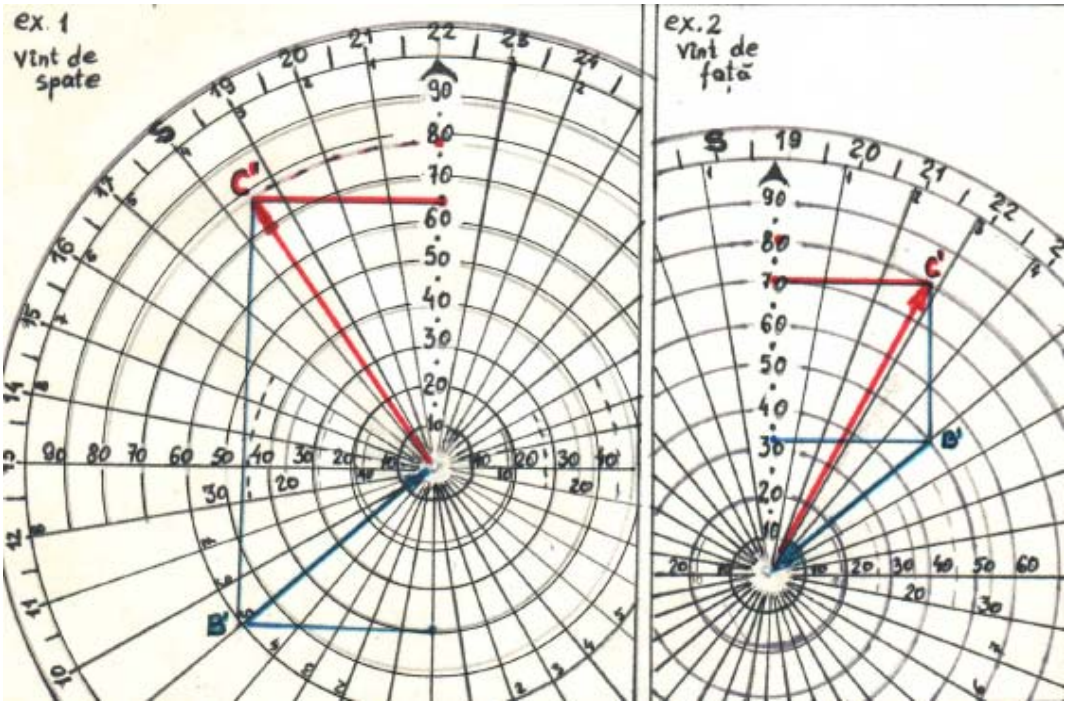



Foto : Abacul de navigație

1. Roza vinturilor de pe arcul exterior va fi astfel rotita încât sageata sa fie în dreptul capului adevarat (ex. 1: 200$^o$ , ex. 2: 188$^o$)
2. Vectorul vânt îl vom considera din directia din care bate (conform modului uzual de definire) (ex. 1: 90$^o$/60 km/h , ex. 2: 238$^o$/50 km/h, virful vectorului vânt : B`)
3. Urmarim cercul cu raza egala cu viteza proprie (ex. 1 şi 2 : 80 km/h) până la intersectia C` cu o paralela la directia de zbor dusa prin B`
4. Capul compas cautat poate fi citit pe roza vinturilor în prelungirea vectorului AC` (ex. 1: 184$^o$, ex. 2: 216$^o$)
5. Viteza fata de sol ($V_s$) se obtine insumind componentele vitezei proprii şi cea a vântului pe directia capului adevarat (ex. 1: 65 + 38 = 103 km/h, ex. 2: 70 - 32 = 38 km/h). De aici rezulta şi componentele longitudinale ale vântului (de spate sau de fata) ca

diferenta a vitezelor fata de sol şi viteza proprie (ex. 1: 103 - 80 = 23 km/h, ex. 2: 38 - 80 = -42 km/h).

Confectionarea abacului: vezi confectionarea abacului de salt (pag. ****). Se marcheaza pe dosul acestuia.

Pentru fiecare latura a traiectului vom determina capul compas (inclusiv contraderiva) şi componenta de fata sau spate a vântului, pornind de la viteza de drum estimata fata de aer (tinind cont de evolutia probabila a termicii şi ora zilei). Pentru calculul saltului final avem nevoie de aceleasi marimi, pornind de la o viteza prprie de 90 - 160 km/h.

***DECLINATIA MAGNETICA*** se va scadea din capul rezultat din calcul.

***DEVIATIA MEGNETICA*** adica eroarea datorata modului de amplasare a busolei pe planor trebuie de asemenea luata în calcul. Aceasta trebuie montata pe cât posibil într-un loc ferit de influente negative în ultima instanta chiar pe capota din plexiglas. (În caz de necesitate ne putem folosi şi de o busola cu ventuza de tipul celor folosite în autoturisme). Astfel montata busola nu ar trebui sa dea erori deci deviatia magnetica egala cu zero. Erorile mici pot fi compensate la busolele de aviatie. Deviatiile mari sunt neplacute şi necesita intocmirea unui tabel de compensare. Acestea pot complica şi mai mult erorile busolei ce apar la zborul în viraj sau pe traiectorii mai abrupte.

Dacă avem toate aceste elemente (cap adevarat, contraderiva, declinatie magnetica, deviatie magnetica) atunci putem determina suficient de precis capul compas ce trebuie sa-l tinem în timpul saltului. În timpul zborului putem executa devieri laterale dacă conditia meteorologica le justifica. În acest caz putem estima abaterea de la traiectul teoretic şi urmari termicile aflate într-un con cu deschidere de 10 - 30$^{o}$ (şi cu axa pe traiectul ideal) în timp ce zburind fără cunoasterea precisa a capului compas putem efectua involuntar devieri unilaterale. De exemplu putem fi abatuti mult în stinga trecind astfel pe linga ascendente bune aflate la mica distanta în dreapta traiectului ideal, din teama de a nu ocoli prea mult prin dreapta. Totusi urmarirea riguroasa a traiectului nu prea este posibila la zborul cu planorul, zbor care consta dintr-un zig-zag mult prelungit de salturi intre ascendente.

## INSEMNARI NECESARE ÎN ZBOR

Pe un carnetel fixat deasupra genunchiului (sau în lipsa acestuia pe o alta hirtie pentru insemnari) trebuie sa avem notate un minimum de date necesare în zbor:

1. Directia şi intensitatea vântului.
2. Pentru fiecare latura a probei:
    - capul adevarat corectat cu declinatia şi deviatia
    - capul compas, continind toate corectiile inclusiv contraderiva
    - indicatii generale privind directia vântului, relativ la directia de zbor
    - lungimea laturii
    - timpul estimat pentru parcurgerea laturii
3. Distanta totala, în km, şi timpul total de zbor.
4. Contraderiva şi componenta vântului pentru ultimul salt.

Pare interesanta şi eventual demna de urmat pilda campionului mondial din 1968, americanul A.J. Smith, care recomanda în mod suplimentar intocmirea unui grafic de zbor care sa cuprinda capurile compas şi indicatii (schematizate) ale prognozei meteorologice, ora de deschidere a liniei, de trecere probabila a liniei, relief şi puncte caracteristice, etc.

Pagina de insemnari:

| **$V_v$ = 10 m/s = 36 km/h 315°** | | | **$V_m$ estimata = 80 km/h** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **curs (CA) + vânt (CC)** | | **directie** | **componenta** | **dist. (km)** | **timp** |
| latura 1 | 318° | 318° | fata | -36 | 44 | |
| latura 2 | 58° | 31° | stinga | -3 | 45 | |
| latura 3 | 189° | 210° | dr-spate | +19 | 57 | |
| Ultimul salt (120 km/h) | 189° | 203° | dr-spate | +20 | - | |
| **Total** | | | | | **146 km** | |

Planificarea riguroasa a zborului este necesara mai ales pentru probe lungi şi tentative de record pentru a urmari în timpul zborului dacă scopul propus mai poate fi realizat sau nu. O pagina pentru insemnari, indiferent de modul în care am alcatui-o, trebuie sa cuprinda cel putin datele aratate în schita de mai sus.

## REGLAREA ALTIMETRULUI PENTRU ZBORURI DE DISTANTA

Pentru zborul în zona, sau în tur de pista, la altimetru se alege reglajul după QFE adica se caleaza la zero, la pragul pistei în timp ce pentru zborul de distanta se utilizeaza fie reglajul QNH fie alte reglaje convenabile. Dacă nu zburam după indicatiile QNH atunci trebuie sa fim pregatiti a recalcula înălțimea reala în orice situatie în care securitatea zborului o cere (trecerea peste zona de restrictie, etc.). Trebuie sa ne notam pe pagina cu insemnari valoarea la care a fost calat altimetrul înainte de decolare. Pentru ultimul salt este comod dacă altimetrul arata 0 la tel, iar dacă acesta este aerodromul de plecare atunci reglajul se va face după QFE. Aceasta ne scuteste de permanente şi stresante recalculari în timpul saltului final.

O solutie ingenioasa am vazut în planorul lui Walter Schneider: acesta a montat pe altimetru un inel mobil, asemanator inelului McCready de pe variometru. Pe acest inel erau gravate indicatiile de masura şi putea fi rotit astfel încât sa indice valorile QNH. Astfel în timpul zborului putea citi direct valorile QNH, iar în ultimul salt avea valorile QFE fata de locul de aterizare.

Calculul inaltimii pentru intrarea la punctul de viraj:

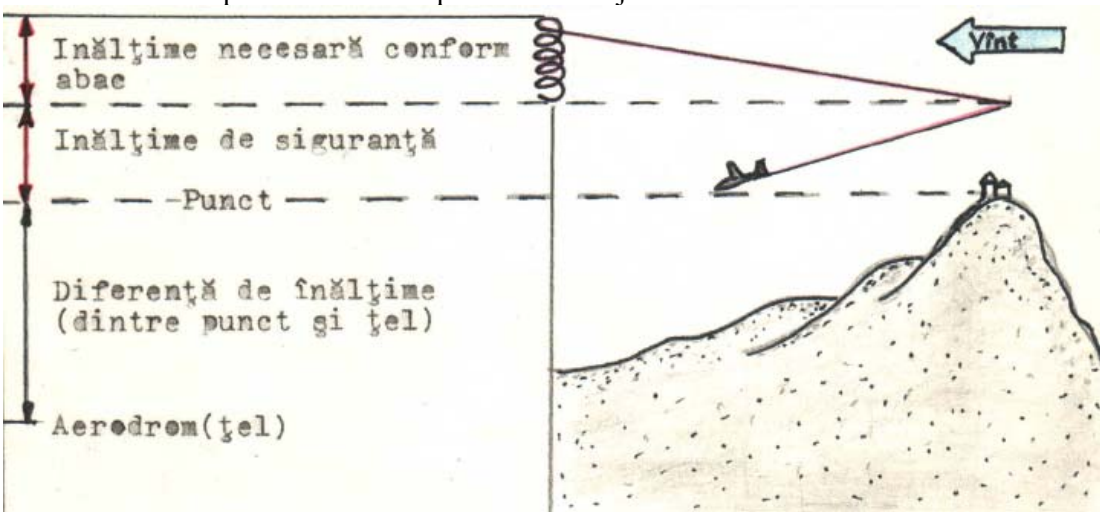



Foto : Înălțimile la punctul de viraj

La zboruri peste lanturi muntoase inalte se recomanda reglarea altimetrului după QNH, deoarece în acest fel putem folosi indicatiile de înățime ale hartii în scopul stabilirii inaltimii relative fata de sol. În principiu în cazul vântului de fata punctele de intoarcere inalte ar trebui ocolite pe cât posibil cu înățime minima. Problema este similara saltului final doar ca înățimea "telului" nostru este cea a punctului de viraj plus o înățime de rezerva pentru prinderea termicii. Zborul de apropiere se va executa conform indicatiilor abacului de salt. Dacă altimetrul îl dotam cu un inel exterior, descris mai înainte, atunci reglind-ul pe acesta la înățimea punctului de viraj ne simplificam citirea altimetrului. Dacă nu avem un astfel de inel iar altimetrul este reglat după QFE-ul aerodromului de plecare (pentru comoditatea citirilor la ultimul salt) atunci ne notam pe carnetelul de insemnari diferenta de înățime dintre punctul de viraj şi aerodrom pe care o vom scadea din indicatia altimetrului (scazind şi rezerva de înățime pentru prinderea termicii).

## STUDIUL HARTII ÎNAINTE DE DECOLARE

Este recomandabil ca înainte de decolare sa ne rezervam 5 - 10 minute pentru studiul traiectului, trasat în prealabil pe harta. Memorarea punctelor caracteristice de pe sol ne va fi de mare folos în navigatia din timpul zborului. Vom sti astfel, la ce repere sa ne asteptam şi avem posibilitatea de a cauta în liniste repere transversale sau longitudinale fata de traiectul nostru.

# NAVIGATIA ÎN TIMPUL ZBORULUI

## DUPĂ DECLANSARE

După declansare, avind la indemina repere cunoscute, incercam sa determinam vizibilitatea. Aceasta ne poate servi ulterior ca masura pentru evaluarea distantelor. Urmarind miscarea umbrei norilor pe sol, directia fumurilor precum şi deplasarea în timpul spiralarii datorita vântului, vom estima directia şi intensitatea vântului şi vom confrunta aceste observatii cu valorile notate pe carnetul de insemnari. Dacă valorile initiale se dovedesc a fi nerealiste vom aduce corecturile de rigoare.

Ne stabilim capul adevarat pentru prima latura şi executam un scurt zbor în aceasta directie, după care, revenind, reluam reluam zborul la capul compas (tinind cont şi de unghiul de contraderiva) şi observam diferenta. Tot în timpul asteptarii în zona vom urmari reperele de pe traiecvt, pozitia relativa a soarelui fata de traiect, imaginea norilor. După trecerea liniei de plecare tinta noastra va fi deja stabilita: un nor care sa permita ascendenta şi pentru care trebuie sa executam o deviere minima de la capul compas (deci care tine tine cont de contraderiva). Nu vom face greseala larg raspindita de a alege nori aflati pe drumul adevarat. Odata cu stabilirea tintei ne vom alege şi drumul optim până la ea, adica vom putea executa şi mici devieri sub alti nori dacă prin aceasta amelioram unghiul de planare. Important este ca alaturi de tinta aleasa sa avem şi altele secundare, aflate pe traiect pe care sa le atingem în caz ca primul nor “nu tine”.

## TIMP MINIM AFECTAT NAVIGATIEI PE PARCURSUL ZBORULUI

Cu cât pregatirea navigatiei a fost facuta mai temeinic cu atât mai putin ne va solicita atentia în timpul zborului. În cazul ideal ne vor fi suficiente câteva priviri scurte pe harta pentru a ne convinge ca suntem pe traiect sau, după cum ne asteptam, la 5 - 10 km de traiect. În acest fel ne putem concentra atentia asupra altor actvitati: - observarea evolutiei conditiei termice, optimizarea vitezei, centrarea în ascendenta, etc., deci activitati care duc la cresterea vitezei medii. Cea mai buna navigatie, în sensul cresterii performantei, este aceea care ne solicita cât mai putin în timpul zborului. În aceasta idee este complet inutil sa cautam fiecare sat mic pe harta. Putem naviga în linii mari după repere importante fără a ne pierde în detalii, chiar dacă avem în fata un reper marcant. Doar în apropierea punctelor de viraj şi în saltul final vom acorda atentie şi detaliilor mai marunte.

Puncte caracteristice, de care ne putem folosi în navigatie, gasim de-a lungul autostrazilor, riurilor mai mari, canalelor, cailor ferate, zonelor impadurite, lanturilor muntoase, oraselor, combinatelor industriale, etc.

Elementele care nu ne pot ajuta în navigatie sunt drumurile (chiar şi cele nationale), localitatile mai mici, dealurile, riuri mai mici şi piriiasele. Muntii sunt cu atât mai putin semnificativi cu cât zburam mai sus.

Dacă în timpul navigatiei tinem harta normal, adica cu nordul în sus, vom avea avantajul de a citi mai usor numele localitatilor şi asocia fără probleme notatiile cu semnele de pe harta. O alta metoda este se intoarcem harta astfel încât linia ce marcheaza traiectul sa arate catre înainte. Prin aceasta notatiile nu se vor putea citi usor însă compararea reliefului cu harta este mai comoda (deşi după trecerea punctului de viraj o noua rotire a hartii poate fi deranjanta). Ambele metode au deci avantaje şi dezavantaje. În cazul în care zburam de-a lungul unui riu cu multe meandre se recomanda şi pentru cei care uzual tin harta cu nordul în sus sa intoarca harta în sensul de zbor. prin aceasta putem recunoaste mai ales portiunile liniare paralele cu traiectul.

***ÎN TIMPUL SPIRALARII***: Printr-o privire de control asupra hartii ne putem edifica asupra pozitiei noastre momentane. Dacă avem dubii, este recomandabil sa urmarim mai intii solul cu reperele sale, sa cautam pe harta. (Dacă procedam invers s-ar putea ca dorinta prea puternica de redobindire a orientarii sa "deformeze" relieful şi sa-l "modeleze" în mod fortat după reprezentarea de pe harta, chiar dacă unele diferente clare ar trebui sa ne sara în ochi.)

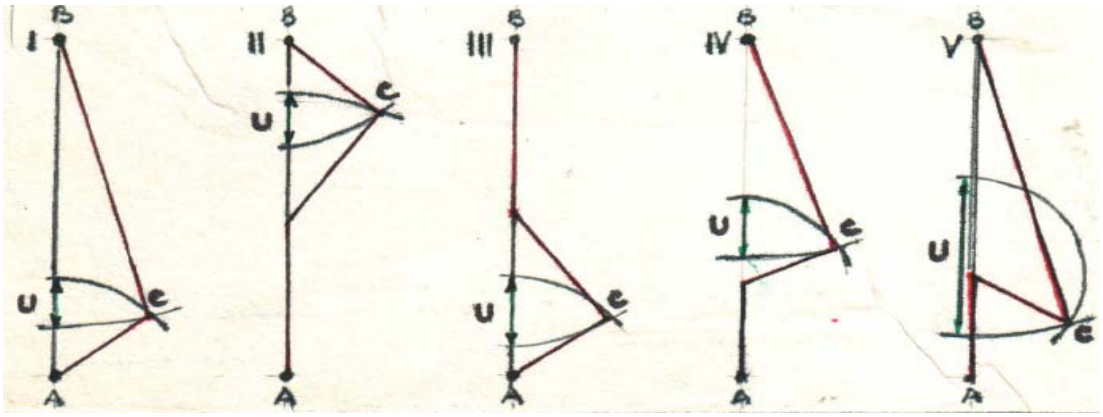
După ce ne-am uitat şi pe harta vom controla din nou pe sol dacă regasim anumite repere notate pe harta.

***DIRECTIA PE CARE SE PARASESTE ASCENDENTA***: Trebuie sa stim ca în timpul spiralarii busola ne ofera informatii de care în general nu ne putem folosi. Detalii despre aşa numitele "capricii ale busolei" vom gasi în partea de instalatii de bord.
Ca urmare a erorilor busolelor uzuale, din cauza inclinatiei liniilor magnetice terestre, în emisfera nordica, în spirala pe stinga doar indicatia estului este stabila şi corecta. În spirala pe dreapta indicatia vest este corecta. Toate celelalte directii vor fi afisate mai mult sau mai putin eronat (despre erorile busolei mai pe larg în pag. ???). Directia traseului ne-o marcam după repere de la sol, dacă este posibil, iar dacă nu după pozitia soarelui, cu care ne-am familiarizat în timpul saltului precedent executat pe cap compas (deci tinind cont şi de contraderiva). Dacă soarele nu este vizibil atunci vom lua ca baza de orientare cele doua indicatii precise (spirala pe stinga - estul, dreapta - vestul) şi vom scoate pe un cap aproximativ, pe care ulterior, în salt îl vom controla şi corecta.

După ce am estimat evolutia termicii pe portiunea urmatoare a traiectului ne vom stabili un nou tel principal, drumul de parcurs până acolo şi solutii alternative pentru cazul în care telul se dovedeste a fi sub asteptari. Niciodata nu vom parasi ascendenta fără a avea un plan bine stabilit.

***ÎN TIMPUL SALTURILOR MAI LUNGI***: Vom controla din când în când capul pe care zburam dar atentia va trebui sa ne-o concentram asupra optimizarii, vitezei, cautarii şi "simtirii" ascendentei urmatoare.

***ABATERILE DE LA TRAIECT***: Fie din motive meteorologice, fie din lipsa terenurilor de aterizare, pot în anumite cazuri reprezenta solutii corecte ale problemei. Cât timp devierile se pastreaza în limita a $10^o$ , cresterea corespunzatoare de distanta ramine neglizabila, între $10^o$-$30^o$, surplusul este deasemenea suportabil dacă conduce la o crestere sesizabila a vitezei medii. În principiu ne putem abate cu atât mai mult de la traiect cu cât avem o distanta mai mare de parcurs până la punctul urmator de viraj (sau tel) pentru ca în acest fel, după deviere rezulta un nou cap adevarat şi cap compas putin diferite de cele initiale. Aceasta inseamna ca din pozitia deplasata nu ne vom intoarce oblic la traseu ci vom zbura pe calea cea mai scurta până la punctul urmator (sau tel).



Cresterea de distanta în cazul abaterilor de la traiect.
(A - B = drumul de urmat U = cresterea de distanta)
**I** -surplus de distanta ce se creaza la o deviere
**U** -cresterea de distanta dacă se ocoleste punctul C
**II** -crestere de distanta daca abaterea se executa mai aproape de tel (pct. B)
**III** -cresterea inutila de distanta prin revenirea prematura pe traiectul initial
**IV** -cresterea inutila de distanta printr-o sesizare prea tirzie a necesitatii ocolului
**V** -cresterea exagerat de mare a distantei în cazul intoarcerii inapoi

Abateri îndelungate cu devieri de peste $45^o$se recomanda numai în cazurile deosebite, de exemplu pentru evitarea unei aterizari "afara" ; şi dacă îşi dovedesc justetea ne vor demonstra cât de gresit am zburat în prealabil.

Dacă efectuam o deviere de $90^o$ fata de capul compas vom pierde în intregime timpul consumat pentru abatere plus timpul necesar recistigarii inaltimii pierdute în salt.

Intoarcerea inapoi pe traiect nu ar trebui facuta niciodata şi este acceptabila doar ca o solutie extrema pentru evitarea aterizarii premature, de exemplu prin intoarcere la o panta unde avem certitudinea ca vom gasi o ascendenta.

Intoarcerea inapoi inseamna pierderea de timp, de înălțime şi de distanta deci un bilant foarte trist!

Abaterile recomandate de la traiect în cazul cailor de ascendente şi "strazilor" de termica au fost amintite mai înainte, stabilindu-se şi ordinul lor de marime.

## PUNCTE DE VIRAJ ŞI DE SOSIRE

Punctele de viraj şi destinatia ni le fixam de la o departare apreciabila. Concomitent ne stabilim şi distanta aproximativa până la punctul de viraj (vezi "pregatirea hartii) şi o actualizam de mai multe ori în timpul apropierii. În cazul unui punct de control greu de gasit, poate deveni necesara fixarea unui alt reper evident inaintea acestuia, de unde zburind pe un cap compas precis definit (inclusiv contraderiva), masurind timpul şi viteza se parcurge o distanta prestabilita. Aceasta este o metoda sigura, chiar dacă mai complicata, care necesita foarte multa atentie. [a]i noi trebuie sa ne straduim sa nu ne ingreunam situatia printr-o alegere nefavorabila a punctelor de viraj. Organizatorii de concursuri se preocupa de asemenea sa stabileasca puncte de control usor de recunoscut, pentru a nu degrada zborul la un joc de navigatie. Latura sportiva a planorismului, cursa de viteza, trebuie neaparat sa primeze temei de navigatie (în sensul unui concurs de orientare)!

## ZBOR PREVAZATOR ÎN APROPIEREA PUNCTELOR DE VIRAJ

Cu mult înainte de atingerea unui punct de viraj ne vom pregati pentru zborul pe latura urmatoare. Norii, care până la un punct, cu soarele în fata, îi vedeam mai putin promitatori s-ar putea să-şi schimbe radical infatisarea pe latura cu soarele din spate şi sa ne sugereze valori ascensionale mai mari, deşi în realitate conditia nu s-a schimbat cu nimic. Dacă este posibil, sa incercam sa urmarim încă înainte de punct, traiectul pe latura urmatoare şi sa ne marcam repere în acest sens. Deasemenea ne fixam ascendentele pe care am dori sa le exploatam după trecerea punctului, lucru important din cauza modificarii conditiilor de luminare a norilor la schimbarea directiei de zbor. La toate acestea se mai adauga faptul ca punctele de viraj ne transmit senzatia unui tel, din care cauza am putea fi tentati - fericiti fiind ca am ajuns - sa le ocolim cu înălțime prea mica şi fără o planificare în continuare. Aceasta este explicabil din punct de vedere psihologic dar totusi trebuie sa actionam lucid şi în sensul intereselor noastre: - sa ne facem planificarea

şi sa ne asiguram zborul în continuare. La urma urmelor un punct de viraj nu este altceva decât un punct comun al traiectului. Este interesant ca la concursuri, multe aterizari "afara" se produc tocmai în apropierea punctelor de viraj. Sa fie aceasta un indiciu al lipsei de planificare?

## ÎNĂȚIMEA DE OCOLIRE A PUNCTULUI DE VIRAJ

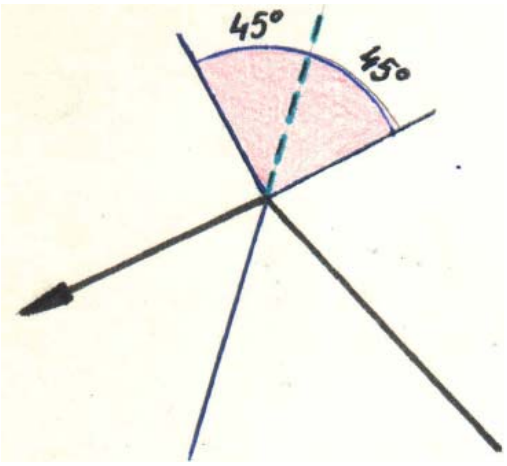
Un factor important al optimizarii vitezei este modul de ocolire a punctelor de viraj: - dacă avem vânt de spate vom cauta sa ajungem la punct cu înățime maxima iar în cazul vântului de fata cu înățime minima acceptabila. O ascendenta de 1 m/s, în conditiile în care vântul ne deplaseaza pe directia traiectului, poate fi sensibil mai folositoare decât una de 2 m/s pe vânt de fata. În cazuri extreme putem realiza în acest fel economie de timp de 5 - 15 min!

Înățimea la punctele de control este dependenta şi de fenomenele meteo deosebite. Dacă, spre exemplu, se apropie un front de furtuna, atunci este recomandabil sa ocolim punctul cât mai repede posibil, chiar cu înățime mica, pentru a nu intra sub acoperire. [a]i aceasta mai ales în cazul în care ne asteptam la ploaie. În concluzie, argumentele meteorologice au prioritate.

## SECTORUL FOTOGRAFIC

Punctele de intoarcere trebuie fotografiate de pe o linie bine definita (cu o toleranta de ± 45$^{o}$ stinga - dreapta) pentru a putea reprezenta o dovada fotografica sportiva. Conform reglementarilor internationale linia ideala de pe care ar trebui fotografiat se afla în prelungirea spre exterior a bisectoarei unghiului format de cele doua laturi de traiect convergente în punctul de viraj.

La fiecare punct trebuie sa avem cel putin o fotografie corect executata din sectorul fotografic, care sa reprezinte elementul caracteristic cerut.




- linia intrerupta reprezinta locul ideal pentru executarea fotografiei
- linia groasa cu sageata = traiectul înainte şi după punctul de control
- zona rosie = sectorul de fotografiere

Foto : Sectorul fotografic.

Cel mai bine ar fi ca, indepartindu-ne de punct, sa zburam de-a lungul liniei ideale şi executind un viraj cu inclinarea foarte accentuata sa fotografiem. Cu siguranta ca procedind astfel vom fi în sectorul de fotografiere.

Deşi am putea economisi ceva timp dacă nu am mai trece la verticala punctului, ci am intra direct în sectorul foto, totusi în acest caz probabilitatea de a realiza o fotografie valabila scade. Pentru usurarea misiunii noastre vom marca pe harta linia ideala pentru

executarea fotografiei (la pregatirea pentru zbor). În mod normal, aceasta linie o putem lega de suficiente repere de pe sol astfel încât nu sunt posibile erori mari.

### *LA CE DISTANTA SA OCOLIM PUNCTUL ?*

Bineânțeles ca probabilitatea de a ne afla în sectorul foto este mai mare dacă ne indepartam de punctul de viraj mai mult. Aceasta inseamna însă o crestere de distanta care ne dezavantajeaza simtitor în cadrul concursurilor. În cazul unei navigatii precise în apropierea punctului este suficient sa-l depasim, în vederea fotografierii, cu aproximativ 200 m. Ocolurile uriase facute de pilotii neexperimentati sunt absolut inutile iar în caz de vreme nefavorabila genereaza nu numai pierdere de timp dar maresc considerabil sansa unei aterizari premature.

### *FOTOGRAFIEM DIN MINA SAU CU APARATUL ÎNTR-O MONTURA FIXA ?*

În timpul virajului la punctul de control fotografia trebuie executata în momentul potrivit. Acest lucru este destul de greu de realizat dacă tinem aparatul foto în mina. Trebuie sa avem cel putin calitati semiacrobatice pentru a stapini (eventual pilotind cu mina stinga) planorul într-un viraj foarte inclinat, în timp ce din mina cealalta, tinind aparatul nemiscat şi vizind prin ocular sa facem o fotografie dintr-o pozitie corecta a sectorului. În aceasta succesiune intotdeauna se gaseste un element care sa nu se potrivească. Dacă fotografia "nu a iesit", şi ne dam seama, mai urmeaza sa facem alta spirala, pierzind inutil înățime iar dacă nu ne dam seama ni se poate anula tot zborul. De cele mai multe ori însă, putem vedea la punctele de control planoare executind viraje inclinate şi glisate. Pierderi de înățime de 20 - 80 m datorate tehnicii incorecte de fotografiere nu sunt deloc o raritate.

Între timp, la concursuri, a devenit obligatorie montarea fixa în cabina a aparatului fotografic. În acest fel se elimina complet fotografiile miscate deoarece vitezele unghiulare de rotire ale intregului planor, chiar la viraje foarte inclinate, nu sunt atât de mari ca şi ale miscarii miinii. Planorul la rindul sau, este mai usor de pilotat, vizarea facindu-se de-a lungul aripii interioare, tintind precis punctul. Eventuala inclinare suplimentara necesara (pentru metoda aparatului fixat) este mult mai putin daunatoare decât virajele "picate" ale celeilalte metode. Multi piloti ne-au relatat din experientele lor pozitive cu aparate fixate în cabina.

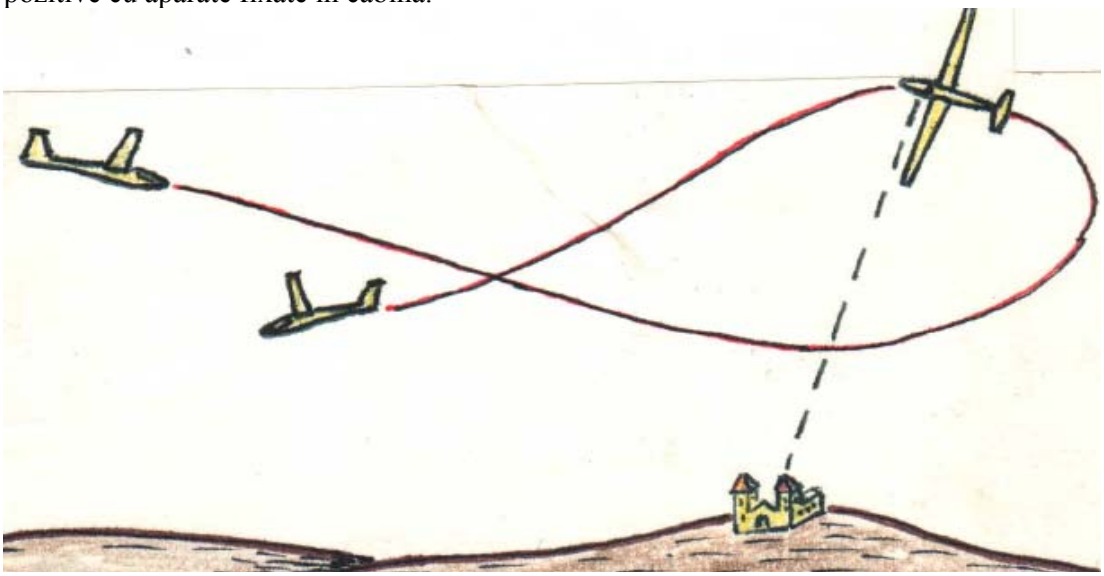


Foto : Procedeu de fotografiere cu aparat fixat rigid

În cazul zborurilor dus-intors şi pe traiecte triunghiulare se trece cu putin în afara punctului de viraj, se accelereaza, se intra într-un gen de "viraj de lupta", se pune capatul

aripii pe reper şi se declanseaza aparatul fotografic. Acest procedeu ar trebui sa fie cel mai potrivit însă are dezavantajul ca permite executarea unei singure imagini. Deci, pentru a folosi aceasta metoda trebuie bine stapinita, astfel încât fiecare fotografie sa corespunda cerintelor impuse de Codul FAI. [a]i în acest caz antrenamentul îşi va spune cuvintul.

## CERINTE DEOSEBITE LA CONCURSURI

La unele concursuri externe şi internationale s-au aplicat şi metode deosebite de fotografiere:

- aparatele foto trebuie montate în partea stinga a cabinei,
- fotografia trebuie executata dintr-o anumita pozitie în care pilotul trebuie să-şi aduca planorul (deci fără sector foto),
- reperul de fotografiat este bine definit şi apare clar din pozitia sus mentionata.

Avantajul acestor cerinte suplimentare este asemanarea fotografiilor valabile (deosebiri pot apare doar din diferenta obiectivelor folosite şi a inaltimii de zbor). Dezavantajul este lipsa unei tolerante în ceea ce priveste pozitia planorului. În cazuri de dubiu şi de imprecizie, juriul concursului este pus în fata problemei de a imparti mai mult sau mai putine puncte de penalizare.

## TIPURI DE APARATE FOTOGRAFICE

Fiecarui pilot îi este deschisa posibilitatea de a-si monta în cabina aparate de fotografiat sofisticate şi scumpe, dar scopul nostru (dovedirea ocolirii punctelor de viraj) va fi mai bine servit de aparate simple şi ieftine, cel putin pentru motivul ca nu exista puneri la punct precise, unele neavind deloc elemente de reglaj. Cel mai avantajos este sa ne montam doua astfel de aparate în cabina, ceea ce ne da o siguranta mai mare în exploatare, mai ales dacă unul este reglat pe "soare" iar celalalt pe "umbra". Un automat pentru timpul de expunere poate fi util dar lipsa lui nu ne va dezavantaja. Aparatele normale le reglam uzual (pentru film de 18/10 DIN) la diafragma 8; timp de expunere 1/125 s şi distanta la infinit iar în cazul de umbra sub nori mari (de ploaie) putem folosi 5,6 şi timp 1/100 s. Cu aceste valori vom obtine intotdeauna fotografii care sa poata fi utilizate ca dovezi sportive. În ultimul timp au aparut aparate cu tragere automata a filmului care ne permit sa facem mai multe fotografii consecutive (în acelasi viraj) la punctele de control.

În zilele deosebit de calduroase, înainte de decolare se recomanda sa ne protejam aparatul de fotografiat (şi filmele) de insolatia directa cu o folie de aluminiu, deoarece în caz contrar s-ar putea ca temperatura mare sa ne distruga filmele.

## NAVIGATIA DEASUPRA ZONELOR DEOSEBIT DE UNIFORME, PE VIZIBILITATE SLABA şI ÎN CAZUL ZBORULUI ÎN NORI

În anumite situatii, în care navigatia este ingreunata, din motive de securitate se recomanda consemnarea fiecarei pozitii recunoscute şi ora survolarii, pe carnetul de observatii. O solutie şi mai buna ar fi ca, pe linga notarea pozitiei şi orei, sa ne insemnam pe harta şi traiectoria parcursa până în momentul respectiv. În acest fel orientarea va fi mult usurata. Dacă avem un ceas cu inel exterior atunci putem fixa pe el ora ultimei pozitii recunoscute. În acest fel vom citi pe inel minutele de zbor ce au trecut în salt. De fapt inelul mobil este singura utilitate a ceasurilor sofisticate de zbor ale caror cronometre

multiple fac sa tresalte inima şi sa se deschida punga pilotilor, demonstrind celor din jur, în mod vizibil "temeritatea" zburatorului.

În salt vom urmari capul compas şi viteza de zbor pentru ca avind timpul cronometrat, sa ne putem determina suficient de precis noua pozitie. Controlarea şi notarea timpului scurs în salt este deosebit de importanta deoarece în starea de stres determinata de navigatia nesigura putem sa ne pierdem notiunea timpului. Cinci minute de zbor în conditii turbulente prin averse sau nori, ni se par de 3 - 4 ori mai lungi iar dacă nu urmarim ceasul şi busola, incertitudinea creste şi mai mult contribuind la pierderea orientarii.

## NAVIGATIA ESTIMATA

Dacă zonele de vizibilitate slaba sunt foarte intinse sau dacă dorim sa exploatam termica zburind în bancuri de nori compacti (cu aprobarea corespunzatoare) şi mai ales dacă suntem obligati sa efectuam ocoluri, doar navigatia estimata corect ne poate ajuta la pastrarea orientarii. În acest sens avem nevoie de o rigla pentru urmarirea distantelor pe harta şi vom zbura cu viteze usor de luat în calcul, de exemplu: 120 km/h = 2 km/min = 10 km în 5 min. (sau 2 cm pe harta 1:500000), 100 km/h = 10 km în 6 min., 150 km/h = 10 km în 4 min., 180 km/h = 15 km în 5 min. (sau 3 cm pe harta 1:500000) dar şi mai bine ne folosim de o rigla speciala, adaptata pentru navigatie. Aceasta este suficient de precisa şi simplu de minuit.

Atât în Elvetia (Meiser) cât şi în RFG (Zander) au fost elaborate aparate, care pornind de la presiunea totala, înălțimea de zbor şi componenta vântului introdusa de pilot, afiseaza distanta parcursa. Astfel de "kilometraje" sunt deosebit de utile în navigatia estimata, ele putind fi folosite şi în calculul saltului final. Aceasta ultima aplicatie însă este mai putin importanta deoarece abacele uzuale nu numai ca ofera o precizie suficienta dar în unele privinte sunt şi superioare.

## PIERDEREA ORIENTARII

În timpul zborului trebuie sa acordam navigatiei atâta atentie cât sa nu avem dubii asupra pozitiei noastre aproximative, pentru ca odata intrati în "deriva" starea nervoasa tot mai incordata ne va altera capacitatea de estimare a timpului scurs şi a distantelor parcurse. Stresul situatiei poate sa ne determine sa interpretam eronat anumite repere caracteristice cum nu am fi facut niciodata în conditii normale. Vom cauta cu disperare repere cunoscute în jurul nostru, finalul situatiei fiind o aterizare prematura chiar pe conditie meteo buna.

Deci: pastrati-va calmul, cautati o ascendenta şi urcati iar în timpul spiralarii rememorati sistematic ultima parte a zborului, tineti cont şi de eventuala schimbare a vântului în estimarea grosiera a pozitiei, după care, urmarind reperele de la sol şi harta vom incerca determinarea exacta a pozitiei ! Calmul şi gindirea limpede sunt absolut necesare în rezolvarea unor astfel de situatii.

## ULTIMUL SALT

Dacă soarta ne-a ferit de o aterizare în afara aerodromului proba zilei o vom incheia cu un salt final cât mai bine calculat. Din punct de vedere al navigatiei, ultimul salt inseamna ca trebuie sa urmarim cele mai mici repere pentru a putea estima cât mai precis (la kilometru) pozitia noastra şi implicit distanta până la aerodrom. În timpul urcarii în ultima ascendenta nu calculam doar înălțimea optima pentru inceperea saltului dar ne

pregatim şi o harta la scara 1:250000 (sau mai mica), verificam traiectul ultimului salt şi ne stabilim repere de control care ne vor permite o cât mai precisa estimare a distantei până la linia de sosire (intersectarea unor cai ferate, traversarea unor localitati mai mici sau linii electrice de inalta tensiune, etc.). La trecerea deasupra sau în dreptul acestor repere vom confrunta înălțimea la care ne aflam cu cea necesara (optima) şi în cazul unor diferente mai mari vom reaseza inelul variometrului (sau a variometrului de salt).

Dacă planorul nostru este dotat cu calculator de navigatie, atunci indicatia acestuia va fi actualizata precis, la trecerea unui reper, cu distanta până la tel, cunoscuta. În acest fel vom avea un control bun al inaltimii şi distantelor şi între reperele de control.

## SITUATII DE CRIZA. ATERIZARE PE TRAIECT

În situatii de criza este valabila aceeasi regula ca la aterizare: cu cât mai lin cu atât mai bine! Adica cu cât pierdem mai incet înălțimea, cu atât sansele noastre de a o recistiga şi de a evita aterizarea prematura cresc. Aceasta situatie de zbor este absolut normala pentru un planorist şi trebuie sa ne asteptam la ea cu ocazia fiecarui zbor de distanta. Faptul ca la aterizari în afara aerodromului se produc mai des ruperi de planoare (sau alte incidente minore) se datoreaza aproape în exclusivitate unor aprecieri eronate ale posibilitatilor de aterizare sau a unor greseli de pilotaj asociate deobicei cu o surescitare nervoasa inutila. Repetam: intrarea în criza este o situatie normala şi aterizarea pe un teren necunoscut este o faza de zbor nepericuloasa dacă se tine cont de anumite reguli!
DACĂ NU MAI AVEM CERTITUDINEA AJUNGERII LA URMATOAREA ASCENDENTA, ne vom orienta asupra posibilitatilor de aterizare pe directia traiectului. Ne vom alege cât mai multe terenuri de aterizare aflate în raza de planare. În cazul în care mai "poarta" bine, putem viza şi terenuri aflate la o distanta mai mare dar avind grija sa avem şi terenuri de rezerva pentru cazul în care am da brusc de descendenta. Bineânțeles ca vom pastra şi o anumita rezerva de înălțime pentru executarea unei proceduri de aterizare. Zonele improprii pentru aterizare (paduri, orase, stinci, etc.) vor fi survolate doar dacă exista certitudinea ca înălțimea pe care o avem ne va asigura în orice caz ajungerea la urmatorul teren de aterizare, deci chiar în conditii de descendenta, vânt de fata, ploaie, etc. În consecinta putem spune ca nu exista o înălțime minima general valabila sub care zborul de distanta trebuie neaparat intrerupt şi inceputa procedura de aterizare. O astfel de înălțime minima este lipsita de sens nu numai datorita varietatii mari a terenurilor de aterizare dar şi datorita diferentei de finete a diverselor planoare şi mai ales diferentelor dintre piloti, în ceea ce priveste experienta lor de zbor şi rutina în aterizari pe teren necunoscut. Oricum, într-o zona denivelata nu ne prea putem folosi de altimetru, fiind astfel greu sa estimam înălțimea. Şi astfel, în permanenta cautare de ascendenta vom zbura de la un teren de aterizare la altul mai indepartat.

## CRITERII DE ALEGERE A UNUI TEREN DE ATERIZARE

În principiu se aterizeaza pe un teren plan sau în contrapanta. Nu exista ceva mai neplacut decât planarea în josul unei pante, în care nu pierdem înălțime şi vedem capatul terenului apropiindu-se fără speranta! Dacă este posibil, în cazul aterizarii pe vânt (a carui directie o putem recunoaste după fumuri de la sol, deplasarea produsa în timpul spiralarii, unduirea lanurilor de cereale) acesta trebuie sa fie din fata. Terenul de aterizare trebuie sa fie suficient de mare pentru tipul nostru de planor şi experienta pe care o avem în zbor.

Panta de aterizare se recomanda, pe cât posibil, sa fie lipsita de obstacole iar terenul de aterizare, plan. În acest sens se recomanda miristile, araturile, culturile joase, adica suprafete agricole lucrate. Dacă avem în vedere mai multe terenuri sigure de aterizare atunci îl vom alege pe cel care este cel mai usor accesibil cu masina de depanare

şi mai apropiat de un post telefonic. Totusi siguranta aterizarii are prioritate absoluta fata de astfel de motive care tin de comoditatea depanarii.

***SE RECOMANDA ATENTIE*** în aprecierea de la înălțime a inclinarii pantelor deoarece acestea ne pot juca diverse feste: - saua cea mai neteda se poate dovedi (la o privire mai atenta) un adevarat carusel.

Citeodata ne putem orienta după brazdele trase paralel cu liniile de nivel (care opresc scurgerea apei). Pasunile nelucrate pot ascunde diverse surprize: -canale greu detectabile, bolovani, garduri aproape invizibile şi vite.

Referitor la vite:

> Nu este o placere deosebita sa vezi o cireada gifiinda de vite, desfasurata în front larg, apropiindu-se lent de planorul tocmai aterizat, dar nu este încă nimic pierdut dacă ne comportam corect. Nu are sens sa incercam sa alungam animalele, prin aceasta nu facem decât sa trezim antipatia domniilor lor. S-a dovedit ca vitele sunt animale relativ inteligente, prevazatoare şi de felul lor curioase. În mod obisnuit vor veni sa studieze strania aparitie pe pasunea lor personala, eventual o vor linge (se economiseste spalatul) iar după un timp vor pleca la fel de pasnic precum au venit. În rest nu se intimpla nimic, chiar dacă pe noi ne trec toate naduselile. Cel mai bine facem dacă stam la o oarecare distanta de planor oferindu-le astfel un obiect atractiv care sa le delecteze şi sa le inflacareze inimile. Imobilitatea planorului nostru va atrage după sine, într-un sfirsit, scaderea interesului şi plictisirea animalelor. Chiar şi taurii nu se vor napusti automat asupra unui planor decât dacă se simt atacati. Vopseaua rosie nu va avea nici un efect asupra taurilor caci, în pofida credintei larg raspindite, culoarea rosie nu le stimuleaza spiritul razboinic. În arena de lupta fluturatul capei şi nu culoarea ei, atâta taurii la lupta. Pe trecatorii binevoitori, care vor sa salveze planorul vom avea grija sa-i indepartam respectuos.

La alegerea terenului de aterizare vom evita culturile inalte mai ales în cazul planoarelor cu ampenaj orizontal în cruce. Planoarele cu ampenajul în "T" sunt mai periclitate însă la piruete care se pot produce brusc dacă la o aterizare pe culturi inalte (iarba inalta, griu, secara, etc.) aripile nu sunt perfect la orizontala. Culturile de sparanghel, cu totul contraindicate pentru aterizare, au de la înălțime aspectul unor terenuri bune. Situația este similară şi cu vița de vie şi culturile de porumb. Cablurile de înaltă tensiune şi firele telefonice sunt şi ele greu de recunoscut, un ajutor în acest sens ne oferă doar stâlpii lor de susținere. Deci în apropierea terenului ales pentru aterizare trebuie să căutăm dacă există stâlpi. Un alt pericol caracteristic zonelor montane[2] îl reprezintă cablurile funicularelor de marfă, care de obicei nu sunt marcate pe hartă. Aceste cabluri, întinse de-a curmezişul văilor fără stâlpi de susținere sunt practic invizibile pe fondul pădurilor sau sol de culoare închisă.

[2] Autorul face referire la zonele alpine şi subalpine (n.t.)

## PRIZA DE ATERIZARE

După ce ne-am strins bine în chingi incepem o procedura de aterizare care în principiu nu difera cu nimic de cea dintr-un TP scolastic, adica în dreptul presupusului careu de aterizare vom avea o înălțime estimata de 100 - 150 m. Dacă până în acest moment ne-am preocupat de gasirea unei ascendente salvatoare de acum înainte sa ne planificam şi o latura scurta inaintea pantei de aterizare! Aceasta ne va aduce o siguranta suplimentara la aterizare prin sansa pe care ne-o ofera în a estima directia şi intensitatea vântului vizualizate în efectul asupra planorului pe aceasta latura. În functie de deplasarea laterala produsa avem posibilitatea de a ne corecta priza de aterizare prin grabirea sau intirzierea virajului patru. În tot acest timp nu pierdem din vedere terenul de aterizare şi putem controla încă o data dacă totul este în ordine. Cei care nu prevad o astfel de latura scurta sunt nevoiti sa între pe panta de aterizare printr-un viraj de 180$^{o}$. În acest fel nu vor putea aprecia momentul optim de executare al virajului deoarece nu au la vedere careul de aterizare. Deci virajul va fi executat prea devreme sau prea tirziu. Aceasta greseala va avea un efect dublu deoarece distantele eronate trebuie parcurse de doua ori. Cu siguranta ca multe accidente produse la aterizari în teren necunoscut se datoreaza unor astfel de cauze.

În ultima faza nu ne mai schimbam decizia în favoarea unui alt teren de aterizare chiar dacă acesta ne apare mai bun decât cel ales, din simplul motiv ca nu mai avem înălțimea, şi implicit timpul, care sa ne asigure posibilitatea de a controla noul teren, de a modifica priza de aterizare şi a ne deplasa într-un punct din care s-o executam în mod adecvat.

Vântul de fata, turbulentele şi descendentele din spatele pantei ne cer un surplus de viteza pe panta de aterizare. În cazul vântului lateral ne vom asigura un unghi de contraderiva corespunzator care va fi anulat în momentul premergator contactului cu solul. În ultima faza a filarii, după ce am pus planorul pe directia de aterizare putem inclina usor aripa, coborind semiplanul dinspre vânt pentru a micsora (anula) tendinta de deplasare laterala.

## PRIZE DE ATERIZARE DEOSEBITE

(care în mod normal nu ar trebui sa fie necesare)

***1. Aterizarea în contrapanta abrupta.***

Aterizarile în contrapanta necesita un surplus de viteza considerabil (până la circa 30 km/h). Ne apropiem de sol, executam indulcirea şi apoi o filare în panta ascendenta, paralela cu solul. Mai ales în cazul frinelor aerodinamice scoase aterizarea şi rularea după aterizare vor fi scurte în pofida vitezei sporite de pe panta.

***2. Aterizarea paralel cu panta.***

Zborul de apropiere (latura scurta) se efectueaza dinspre vale. Executarea unui usor "S" în ultima faza a pantei de aterizare ne permite sa aducem aripa paralel cu solul. Dacă nu executam acest "S" vom putea inclina aripa (până la a fi paralela cu solul) doar în momentul premergator punerii rotii, deoarece inclinind mai devreme determinam glisarea spre vale!

Dacă vântul bate puternic dinspre vale putem veni pe panta de aterizare putem veni pe panta de aterizare într-o usoara glisada, avind doar grija sa aducem planorul pe directie înaintea contactului cu solul, în timp ce aripa (deja inclinata) va fi adusa paralel cu suprafata solului.

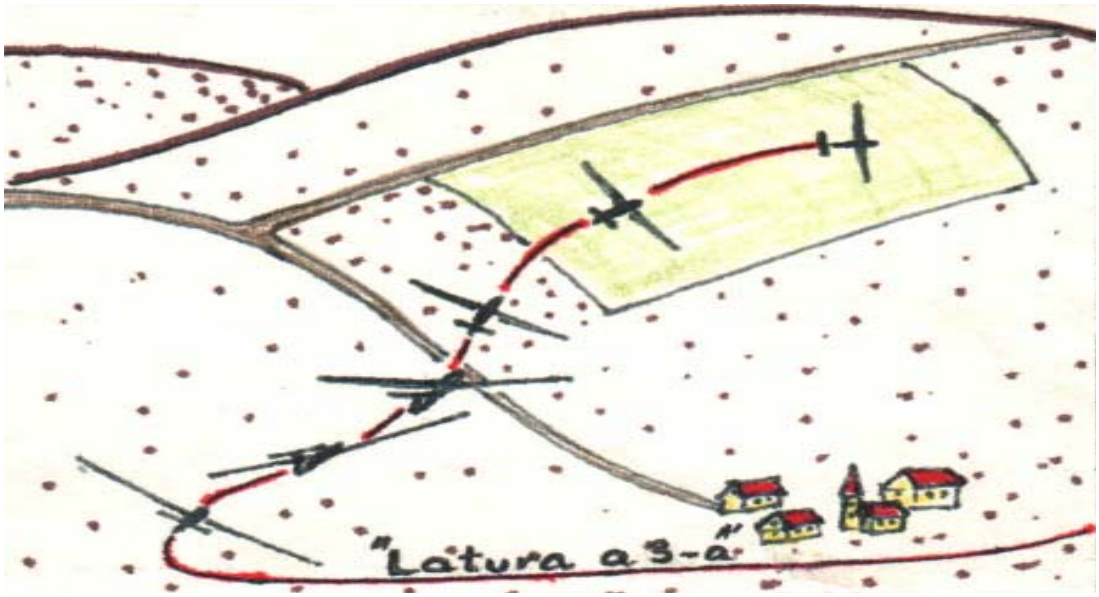



Foto : Priza de aterizare cu executarea unui “S” înainte de aterizarea paralel cu panta

***3. Aterizarea scurta peste un obstacol.***

Dacă dimensiunea limitata a terenului de aterizare ne obliga sa venim cu înălțime foarte mica peste obstacol, atunci în cazul frinelor aerodinamice scoase şi a executarii unei glisade trebuie sa tinem cont de partile planorului aflate cel mai jos (capete de aripa, bechie).

***4. Aterizarea prea scurta peste un obstacol.***

Dacă înălțimea, respectiv viteza, nu ne ajunge pentru a trece în zbor normal un obstacol aflat pe panta de aterizare, atunci functie de circumstante, mai avem o sansa de a evita obstacolul dacă acceleram inaintea acestuia, “sarim” peste el tragind de mansa în imediata sa vecinatate, impingem de mansa imediat după trecerea lui şi redresam inaintea luarii contactului cu solul. Se poate intimpla ca în partea de sus a acestei bucle viteza noastra sa fie simtitor mai mica decât viteza minima de sustentatie.

Acest procedeu, privit din punct de vedere fizic, pare a fi un non-sens deoarece prin impingere de mansa şi apoi tragere, unghiul de planare nu se imbunatateste în nici un caz. Totusi avantajul acestei proceduri consta în faptul ca traiectoria peste obstacol este un arc, pe parcursul caruia incarcarea alara scade facind ca fileurile de aer sa nu se desprinda de pe aripa nici la viteze mai mici decât cea minima în zbor normal. Dar pentru a putea parcurge acest arc a fost nevoie de o accelerare inaintea obstacolului. În pozitia de după obstacol planorul va fi consumat mai multa înălțime decât cea corespunzatoare unghiului optim de planare. Aceasta metoda poate sa ne asigure în cazuri extreme depasirea unor obstacole mai ales pe vânt de fata, deoarece în acest caz în apropierea solului şi în turbulenta din spatele obstacolului viteza vântului va fi mai mica.

***5. Teren de aterizare prea scurt.***

În acest caz nu vom ateriza pe axa terenului ci lateral, lasind loc pentru o eventuala pirueta.

## CONTACTUL CU SOLUL ÎN CAZURI DEOSEBITE

În cazuri normale, când terenul de aterizare are dimensiuni suficiente vom lua contact cu solul la viteza minima pentru a scurta distanta de rulare:

- Aterizari în iarba inalta, culturi de cereale, etc.
  Obligatoriu cu viteza minima (frine aerodinamice inchise, flaps pozitiv complet scos, parasuta de frinare largata).
- Aterizari în contrapanta foarte abrupta.
  În timpul rularii dar nu prea tirziu, pentru ca rulajul va fi foarte scurt, se lasa o aripa la sol şi se executa o deviere de $90^o$. Prin aceasta se va impiedica rularea catre inapoi a planorului.
- Teren de aterizare prea scurt
  Vom pune roata cât mai aproape de marginea terenului, chiar dacă viteza este încă relativ mare. Se va frina puternic pe roata (la planoarele fără frina pe roata se va presa mansa astfel încât sa se frineze pe patina).

# ZBORUL OPTIMAL (PARTEA PRACTICA)

În timpul zborului putem alege diverse viteze din domeniul de exploatare al planorului. Zburind mai incet pierdem în mod normal mai putina înălțime în timp ce zburindcu viteze mai mari avansam mai repede pierzind însă şi înălțime mai multa. Pe parcursul zborului de distanta ne reglam viteza în aşa maniera încât sa ne atingem cât mai usor scopul propus, deci ne intereseaza viteza corespunzatoare zborului optimal. În functie de situatiile de zbor exista trei scopuri fundamentale după care se orienteaza calculul zborului optimal. În primul rând este parcurgerea unei distante cât mai mari în zborul planat în cazul probelor de zbor neterminate (sau în cazul distantei libere), în al doilea rând este obtinerea unei viteze medii de drum cât mai ridicate pe parcursul probei, iar în al treilea rând este optimizarea urcarii în curentul ascendent.

Rezolvarea matematica şi grafica a acestor probleme este tratata riguros în partea a doua a cartii. Ar fi necesar ca cel putin rezolvarile grafice sa fie parcurse şi intelese. În acest capitol de practica de zbor, ne vom margini la interpretarea rezultatelor şi vom trage concluzii privind tactica zborului.

## CUM SE OBTINE O DISTANTA MAXIMA DE PLANARE ?

Dacă pe parcursul zborului de distanta conditiile meteo se inrautatesc în aşa masura încât nu mai speram sa gasim ascendente (şi nu putem sau nu vrem sa ne intoarcem în zona de conditie buna) atunci înălțimea de care dispunem trebuie transformata în distanta planata maxima.

### *A. PE VÂNT ZERO*

Inelul McCready pozitionat cu originea la "0" (echivalent cu variometrul de salt pe "0") ne va indica viteza optima pentru parcurgerea unei distante maxime doar în conditia de vânt zero.

Aceasta afirmatie este adevarata doar în conditiile în care inelul (respectiv variometrul de salt) a fost conceput pentruincarcarea alara reala a planorului. Dacă aceasta conditie nu este indeplinita atunci se recomanda sa nu pozitionam inelul chiar pe zero. Dacă zburam cu o incarcare mai mare decât cea care a stat la baza calcularii inelului atunci pentru fiecare $kg/m^2$ în plus reglam originea inelului mai sus cu 0,1 m/s, astfel încât pentru planorul mai greu inelul sa ne "ceara" viteze mai mari. Dacă din contra planorul este mai usor atunci operatia trebuie facuta invers. Deşi acest reglaj nu ne va tocmai vitezele optime totusi, fiind vorba de domeniul vitezelor mici (necesare la acest tip de zbor) erorile sunt acceptabile. În situatia meteo amintita (vânt zero) avem posibilitatea în a alege dacă largam balastul de apa imediat sau numai înainte de aterizare. Dacă lestam imediat (sa nu uitam de repozitionarea inelului) vom zbura mai incet dar timp mai îndelungat. Dacă pastram incarcarea ridicata ne deplasam mai rapid dar vom fi aterizati mai devreme. În ambele cazuri finetea planorului şi implicit distanta parcursa vor fi aceleasi. Dar pentru ca de obicei mai pastram un crimpei de speranta într-o eventuala ascendenta varianta cu planorul usor ne ofera un timp mai îndelungat pentru a cintari dacă merita (într-un anume loc) sa incercam sa spiralam şi nu numai atât. Într-o eventuala ascendenta planorul usurat va urca cu siguranta mai bine. Dar pe de alta parte oricum trebuie sa delestam din motive de securitate înainte de aterizarea în teren necunoscut.

### *B. CU VÂNT DE FATA*

Cu cât timpul de zbor este mai mare cu atât vântul de fata are o posibilitate mai indelungata sa ne scurteze distanta de planare. Este evident deci, ca merita sa zburam ceva mai repede decât ar fi indicatia inelului McCready pus pe zero. Teoria optimizarii zborului ne da solutia pentru reglarea corecta a inelului şi pentru acest caz: originea inelului trebuie astfel pozitionata încât viteza medie de drum corespunzatoare reglajului facut sa fie identica cu componenta de fata a vântului (vezi exemplul de mai jos). Viteza indicata de acul variometrului va fi viteza optima doar în conditiile în care masa de aer strabatuta nici nu urca, nici nu coboara. Dacă aerul urca, vom reduce putin din viteza indicata, dacă coboara atunci marim usor viteza planorului.

Pentru ASW 19 (cu 28 kgf/m$^2$) şi toate celelalte planoare asemanatoare din clasa standard, inelul va fi reglat după cum urmeaza:

| Vânt de fata | Pozitia inelului |
|---|---|
| 25 km/h | 0,25 m/s |
| 40 km/h | 0,5 m/s |
| 58 km/h | 1 m/s |

Din aceste cifre putem vedea ca valorile ce trebuie sa le selectam pe inel nu sunt prea mari la viteze uzuale ale vântului de fata şi în mod normal nu depasesc 0,5 m/s. Dacă în aceste conditii avem posibilitatea sa facem o alegere privind balastul de apa atunci este de preferat sa-l pastram deoarece vitezele de planare marite ne sunt favorabile cu vânt de fata. Dacă inelul nu corespunde incarcarii momentane a planorului atunci îl vom roti în modul descris anterior. Observatii similare sunt valabile şi pentru variometrul de salt.

### *C. CU VÂNT DE SPATE*

În primul rând delestam balastul de apa. În cazul unui vânt mai puternic reglam inelul cu originea sub valoarea de "0" a variometrului şi executam un zbor cu viteza mai mica, oferind astfel vântului posibilitatea sa ne impinga un timp mai îndelungat.

## CUM SE OBTINE O VITEZA DE DRUM RIDICATA ?

Dacă avem intentia nu numai sa parcurgem un traiect prestabilit dar dorim sa realizam o viteza medie de drum cât mai ridicata atunci avem de-a face cu o problema de optimizare a vitezei medii (de drum). În compunerea problemei intra o serie de factori mai mult sau mai putin exprimabili matematic, a caror interactiune trebuie cintarita corect pentru a obtine un rezultat acceptabil din punct de vedere al practicii de zbor. Printre acesti factori putem aminti urcarea în ascendenta, determinata în primul rând de conditiile meteo, tipul planorului şi tehnica de spiralare a pilotului. Un alt factor deosebit de important este alegerea traiectului saltului între ascendente. Devieri mici motivate din punct de vedere meteorologic ofera posibilitatea pilotilor abili de a pierde în salt mai putina înălțime decât cea corespunzatoare finetei planorului. Un rol de asemenea important îl joaca viteza de salt între ascendente precum şi ultimul salt.

### *CE ESTE MAI IMPORTANT, URCAREA SAU SALTUL ?*

Pentru a prezenta raportul dintre importanta urcarii şi a saltului asupra vitezei medii de drum vom da un exemplu al unei situatii des intilnite în realitate.

Sa facem ipoteza ca la fiecare 8 km exista ascendente slabe care permit planorului nostru (un ASW 19 cu incarcare de 28 kgf/m$^2$) o urcare de 1 m/s. La o distanta mai mare,

aproximativ 37,2 km ni se ofera un nor frumos ce marcheaza o ascendenta de 3 m/s. Aerul dintre ascendente îl vom presupune nemiscat. Ne aflam la plafon la înălțimea de 1500 m şi ne punem intrebarea ce valoare sa alegem pentru inelul McCready sau respectiv pentru variometrul de salt. Înainte de a continua lectura, cititorul este rugat sa aprecieze ce decizie ar lua în aceasta situatie.

Exemplul urmator analizeaza comportarea a patru pilot care judeca în mod diferit situatia.

Pilotul 1

- este decis sa zboare cât se poate de "corect", îşi regleaza inelul pe valoarea de 1 m/s, zboara până la primul nor, îşi reface înălțimea pierduta, cu acelasi reglaj la inel porneste spre norul al doilea şi al treilea. Aici ajungind din nou la plafon îşi regleaza inelul pe 3 m/s şi zboara cu viteza corespunzatoare marita spre norul cel mare. Tehnica lui corespunde cu cea a unui pilot ce aplica în mod constiincios teoria "clasica" a zborului optimal.

Pilotul 2

- considera ascendentele de 1 m/s ca fiind prea slabe şi incearca sa ajunga direct la ascendenta puternica. În acest scop îşi regleaza inelul pe valoarea 3 m/s şi îşi incepe goana.

Pilotul 3

- nu doreste nici el sa exploateze ascendentele slabe ci incearca sa ajunga direct la norul cel mare. El este însă un tip mai prevazator şi îşi regleaza inelul pe valoarea "0", zburind deci cu viteza de finete maxima.

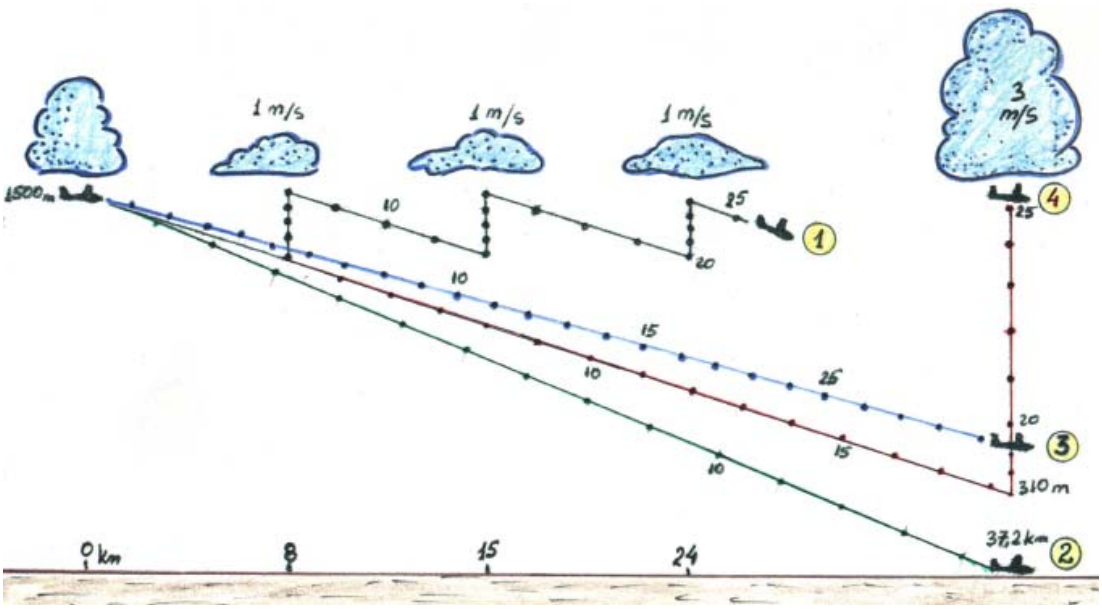



Foto : Cel mai important lucru pentru ridicarea vitezei medii este economisirea timpului afectat urcarii

Pilotul 4

- gindeste la fel ca şi pilotul 2 şi 3 dar considera reglajul inelului pe 3 m/s prea riscant deoarece din viteza de salt ridicata ceruta de inel ar putea rezulta o raza de actiune prea mica. Reglarea inelului pe "0" ca la pilotul 3, însă o considera ca fiind prea prevazatoare şi cu o viteza medie prea redusa. El aseaza în balanta

înălțimea la care se afla şi distanta până la ascendenta de 3 m/s pe de o parte şi posibilitatile sale de planare pe de alta parte. În consecinta crede ca selectind 1 m/s pe inel poate ajunge la norul cel mare la o înălțime suficienta. Deci aseaza inelul pe 1 m/s şi zboara fără sa spiraleze catre ascendenta puternica.

Care pilot este mai rapid ?

Iata rezultatul:

Pilotul 1

- care este ferm convins ca zboara optimal se afla după 25 minute la o distanta de 10 km de norul cel mare la o înălțime de 1300 m. Viteza lui medie pe tot traiectul va fi de 68,2 km/h.

Pilotul 2

- o pateste rau de tot, deoarece deşi parcurge distanta până la norul cel mare, ajungind acolo după 15 minute totusi îşi consuma în acest scop intreaga înălțime, aterizind sub norul promitator. Dacă pe parcurs ar fi intilnit o ascendenta de 3 m/s (şi ar fi exploatat-o) media lui ar fi fost de 94 km/h, dar acum el se afla aterizat în timp ce pilotii ceilalti se mai afla pe drum.

Pilotul 3

- ajunge în ascendenta puternica după 24,7 minute, la o înălțime de 520 m. După aproximativ 5 minute şi jumatate va urca din nou la 1500 m realizind astfel o medie de 73 km/h.

Pilotul 4

- ajunge la norul cel mare după 18,6 minute, la înălțimea de 310 m. Calculul sau s-a adeverit: înălțimea îi este suficienta pentru a prinde ascendenta puternica. După un total de 25 minute se afla din nou la plafon. La aproape 1000 m sub el, pilotul 3 tocmai intra în ascendenta, în timp ce planorul pilotului 2 îl vede pe cimp iar pilotul 1 se afla cu 10 km în spate şi 200 m mai jos astfel încât nici nu-l poate zari. Pilotul 4 parcurge traiectul, evident, în modul cel mai favorabil, media lui fiind de 88 km/h. Prin aceasta el este cu 15 km/h mai rapid ca pilotul 3 şi cu aproape 20 km/h ca pilotul 1, ca sa nici nu mai vorbim de pilotul 2!

Figura precedenta reprezinta situatia după 25,2 minute de zbor. Cifrele şi punctele de pe traiectorii reprezinta minutele. Diferentele sunt frapante!

Deosebit de surprinzator în acest exemplu ar putea sa ne para faptul ca viteza medie buna pilotului 4 nu se datoreaza reglajului inelului McCready pe valoarea urcarii medii ci dimpotriva. Selectarea valorii de 1 m/s pare a fi arbitrara şi totusi astfel a reusit sa-i depaseasca pe ceilalti!

El nu a exploatat ascendentele slabe iar urcarea buna propusa a fost mai importanta decât reglarea inelului exact pe valoarea presupusa a ascendentei urmatoare. În acest caz viteza medie a fost hotarita de un fapt deseori uitat din calculele de optimizare sau chiar subapreciat în mod constient în scopul simplificarii calculelor.

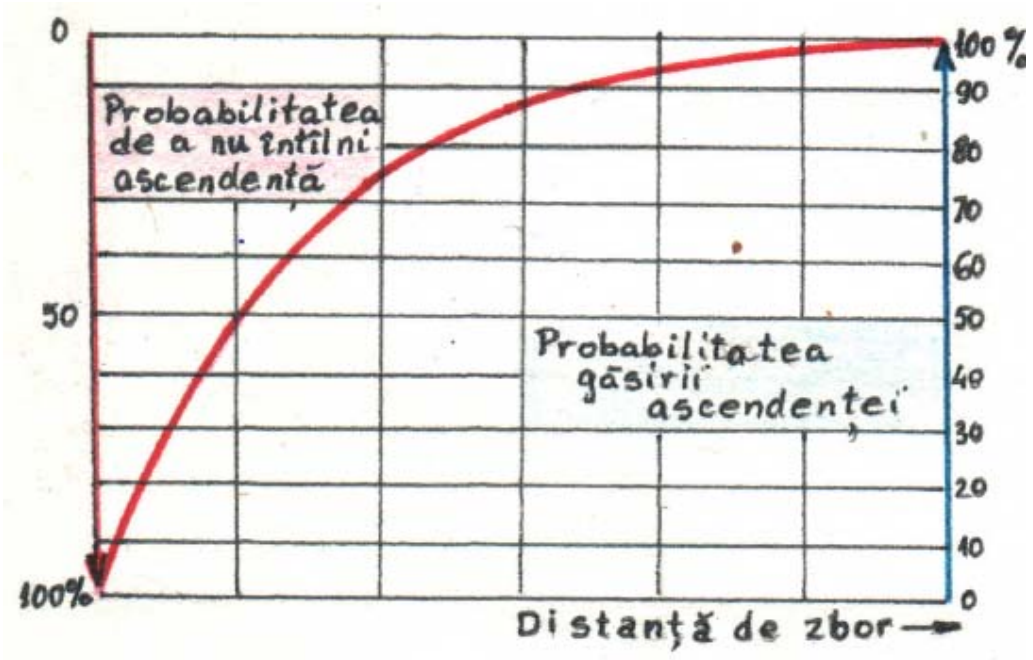
## PROBABILITATEA DE INTILNIRE A ASCENDENTEI

Cu cât raza noastra de actiune este mai mare, cu atât sansa (din punct de vedere meteo) de a intilni o ascendenta de o anumita intensitate, creste.

Sa presupunem ca un planor pornind de la o anumita înălțime (de exemplu 1000 m) şi parcurgind o distanta de 20 km are o sansa (meteorologica) de 50 % de a intilni o ascendenta buna.

Dacă planorul parcurge o distanta dubla (fie pornind de la o înălțime mai mare: 2000 m, fie pornind de la aceeasi înălțime dar avind o finete dubla, 1:40), atunci pe distanta suplimentara parcursa, are aceeasi sansa de 50 %. Pe totalul celor 40 km probabilitatea de a gasi ascendenta a crescut dar în nici un caz nu s-a dublat la 100 %. Pentru atingerea acestei probabilitati ar trebui zburata o distanta infinita. Conform calculului probabilitatilor în exemplul precedent, sansa noastra a crescut la 75 %.

În figura de mai jos putem urmari cresterea probabilitatii de a gasi ascendente cu cresterea distantei de zbor (după R. Comte).




Acest grafic ramine valabil doar dacă pe parcursul traiectului amintit conditiile meteo nu se schimba. Putem observa deasemenea ca o sansa mica se reduce şi mai mult dacă printr-o reglare incorecta a inelului McCready zburam cu viteze mai mari, reducindu-ne în acest fel distanta de planare (raza de actiune). Acestui fapt se datoreaza insuccesul pilotului 2. Dacă dimpotriva, probabilitatea este din capul locului destul de buna (de exemplu 90 %) atunci prin reglarea inelului la valori mai mici şi prelungirea distantei parcurse, aceasta probabilitate nu mai creste simtitor (pilotul 3 prin zborul sau exagerat de prudent a pierdut prea mult timp fără a obtine un câştig de siguranta în ceea ce priveste gasirea unei ascendente, fata de pilotul 4.

## VALOAREA URCARII INITIALE şI FINALE

În mod normal valoarea ascendentei unei termice variaza cu înălțimea. În calculul de optimizare se porneste uzual de la valoarea medie a ascendentei viitoare. Aceasta rezulta din impartirea cistigului de înălțime la timpul cât nu se zboara în salt (cautare, centrare, urcare, parasirea termicii). Aceasta reprezinta de fapt o aproximare foarte grosiera pentru necesitatile noastre. Englezul Anthony Edwards şi-a expus teoriile în acest sens încă din 1964. Concluziile lui duc la o rezolvare care tine cont şi de problema razei de actiune (vezi exemplul cu cei 4 piloti).

Un pilot care zboara cu viteza marita, nu numai ca ajunge cu înălțime mica la urmatoarea ascendenta dar va intilni acolo şi o alta valoare a urcarii initiale decât un alt pilot care ar zbura mai incet. Abia după ce se ridica la înălțimea la care cel de-al doilea a intrat în ascendenta va putea urca în aceleasi conditii.

Deci, analizind problema în mod consecvent, pentru optimizarea inaltimii de intrare în termica, şi de aici implicit a vitezei în timpul saltului, nu trebuie sa se ia în calcul urcarea medie în ascendenta ci doar valoarea urcarii initiale. La parasirea unei ascendente fenomenul se produce în mod analog, acum urcarea finala va fi hotaritoare pentru înălțimea ce trebuie luata şi pentru reglajul în continuare al inelului.

Pentru ca lucrurile sa fie mai clare sa dam doua exemple:

1. Presupunem ca într-o termica seaca, valoarea urcarii scade cu înălțimea de la 3 la 2 şi mai apoi la 1 m/s. Dacă ascendenta urmatoare ne aduce o urcare uniforma cu 2 m/s ar fi un nonsens sa o parasim pe cea în care ne aflam la o urcare de 2,5 m/s, pentru ca spiralind în urmatoarea termica, nu putem câştigă înălțime la fel de repede. Este evident ca ascendenta trebuie parasita atunci când indicatia variometrului s-a redus până la 2 m/s, adica valoarea urcarii finale corespunde cu valoarea urcarii initiale în urmatoarea ascendenta.

2. Plecam dintr-o termica de 2 m/s spre alta ale carei valori cresc cu înălțimea de la 1 m/s la 2 m/s şi apoi la 3 m/s (caz destul de uzual). Dacă parasim ascendenta initiala prea devreme, atunci ne chinuim cu urcarea initiala de 1 m/s în urmatoarea, deoarece înălțimea de intrare a fost prea mica. Dacă asteptam prea mult în prima ascendenta atunci ajungem prea sus în a doua fără sa putem exploata intreaga zona cu 2,5 şi 3 m/s urcare. Din nou este evident ca în cazul ideal urcarea initiala trebuie sa fie identica cu cea finala din ascendenta precedenta.

Din cele doua exemple rezulta necesitatea urcarii până la acea înălțime care ne asigura indeplinirea conditiei mai sus enuntate. Pentru salt inelul va fi reglat la valoarea initiala a ascendentei urematoare, egala cu valoarea finala a ascendentei parasite.

## REGULA DE OPTIMIZARE

Trebuie zburat în aşa fel încât sa existe identitatea : URCARE FINALA = VALOARE REGLATA PE INEL = URCARE INITIALA. Aceasta regula fixeaza astfel şi înălțimea până la care trebuie sa urcam. Ea tine cont de valorile ascendentei şi de distanta dintre ascendente.

Dacă respectarea acestor reguli nu este posibila (obstacole terestre, plafonul norilor, etc.), atunci inelul McCready va fi reglat functie de urcarea finala, respectiv urcarea initiala.

Figura urmatoare ne arata cum ar trebui sa arate un zbor care sa respecte regula de optimizare. Ascendentele sunt marcate cu linii verticale, cifrele reprezinta valoarea urcarii planorului. Urcarea initiala şi finala sunt incercuite. Cu linie groasa este reprezentata traiectoria optima iar cifrele de pe aceasta linie inseamna reglajul inelului din timpul saltului. Variatia vitezei ascensionale a fost exagerata în acest exemplu pentru a scoate în evidenta principiul enuntat.

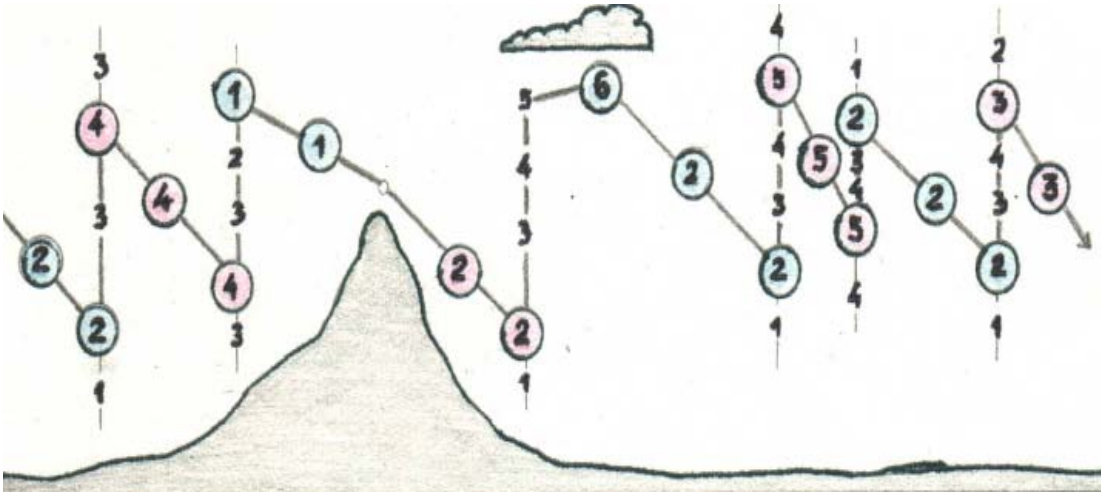


Foto : Zbor de distanta conform regulii de optimizare

Ajunsi în aceasta faza trebuie sa ne intrebam: Cum se poate executa un astfel de zbor optimal? Raspunsul este simplu: Este imposibil de aplicat tocmai regula de optimizare. Dacă reglarea ascendentei medii urmatoare, conform teoriei clasice, a fost deja o problema destul de delicata, atunci aceasta noua regula complica totul şi mai mult. Distanta până la ascendenta urmatoare, înălțimea exacta de intrare şi urcarea initiala - toate acestea abia dacă mai sunt estimabile. Totusi trebuie cel putin sa incercam sa ne câştigăm înălțimea în ascendenta cea mai buna, deci sa tindem spre: urcare finala = urcare initiala. Într-o ascendenta care este în slabire trebuie sa ne intrebam dacă în urmatoarea nu am putea urca mai bine şi dacă acest lucru pare destul de probabil, atunci sa plecam imediat. Acest lucru ne va mari considerabil viteza medie ! Regula de optimizare trebuie sa o privim ca pe o culme a idealului pe al carui virf, din pacate, nimeni nu poate ajunge.

La cele aratate se mai adauga şi alti factori care au o influenta asupra raspunsului la intrebarea : Sa spiralam, sau nu ?

În zilele caracterizate de o pregnanta forfecare de vânt (schimbarea directiei cu înălțimea), repartitia vântului la înălțime, poate juca un rol important. Astfel, uneori este posibil sa ne mentinem în acea "patura" în care directia vântului este favorabila traiectului nostru. Suprafetele de forfecare (de schimbare a directiei vântului) sunt de obicei nefavorabile deoarece destrama termica.

În principiu nu merita sa spiralam dacă ne aflam în proximitatea inaltimii maxime (plafon sau nivelul la care ascendenta incepe sa devina neexploatabila în cazul termicii uscate) deoarece timpul necesar centrarii inseamna intotdeauna o pierdere. Concluzia practica: sa nu urmarim câştiguri mici de înălțime prin spiralare în ascendenta!

Un pilot care ar lua numai decizii perfecte ar fi cu cel putin 10 - 20 % mai rapid decât cistigatorii probelor de la campionatele mondiale.

Deoarece în mod evident, respectarea cu strictete a regulii zborului optimal nu este posibila, trebuie sa cintarim care ne sunt acele greseli pe care putem sa ni le permitem fără a prejudicia grav viteza medie şi care sunt acelea pe care nu putem. Exemplul precedent, cu cei patru piloti ce exploateaza ascendente cu diverse valori, ne-a demonstrat suficient

de pregnant influenta intensitatii curentului ascendent asupra vitezei medii. Dar sa vedem în continuare cum stam cu viteza de salt, adica reglajul inelului McCready respectiv pozitia variometrului de salt în aceasta etapa a zborului.

**SCADEREA VITEZEI MEDII DATORITA REGLARII INCORECTE A INELULUI McCREADY**

În capitolul de fundamente teoretice ale zborului se poate gasi o constructie grafica ce ne da scaderea vitezei medii datorita alegerii incorecte a vitezei de salt. E. Kauer a analizat problema din punct de vedere matematic folosind un calculator, a stabilit pierderile datorate reglarii nepotrivite a inelului atât pentru planorul Standard Cirrus cât şi pentru Nimbus. Pentru ambele planoare deşi au performante sensibil diferite, au rezultat concluzii aproape identice. În figura urmatoare este prezentata o diagrama din care rezulta prelungirea calculata a duratei zborului (în procente) pentru planorul Standard Cirrus. Diagonala rosie reprezinta cazul ideal, când inelul este reglat perfect (urcarea fixata pe inel este egala cu urcarea reala). Deasupra diagonalei se pot citi pierderile datorate fixarii inelului la valori prea mari, dedesuptul diagonalei pierderile pentru reglajul invers. Se poate vedea ca gresirea cu 25 % a valorii urcarii duce la o crestere a timpului de zbor necesar mai mica de 1 %.

Deasemenea este foarte evidenta pierderea suferita de viteza medie când la valori tot mai mari ale ascendentei reale zburam cu inelul pe zero.

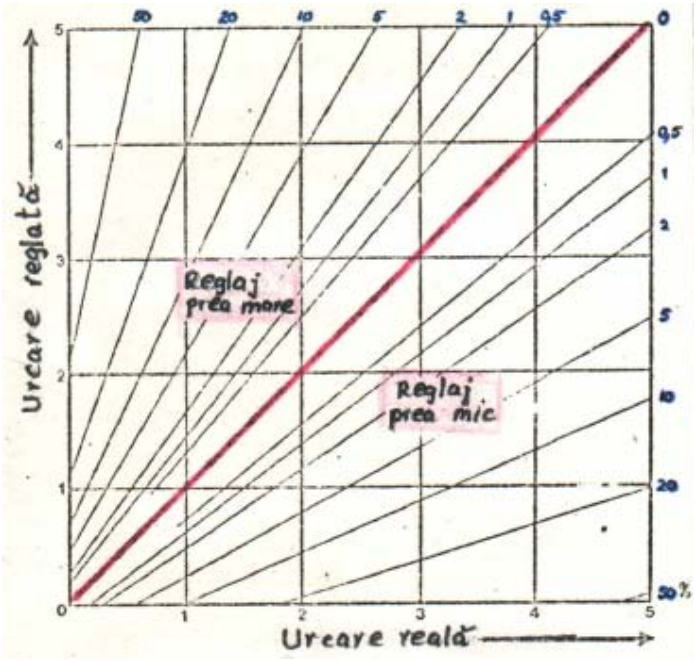



Foto : Prelungirea timpului de zbor în %

Graficul de mai sus este totusi linistitor. Dacă la o ascendenta reala de 2 m/s fixam inelul la 4 m/s, timpul de zbor se va prelungi doar cu 5 %. Deşi aceste 5 procente inseamna mult într-un concurs, totusi în mod normal nici eroarea noastra în reglarea inelului nu este atât de grosolana. Erori de până la 25 % în estimarea ascendentei reale, duc la prelungirea timpului de zbor cu mai putin de 1 %!

Aşa stind lucrurile, într-adevăr nu avem nevoie de integratoare electronice pentru determinarea urcarii medii, mai ales ca acestea tinind cont de regula de zbor optimal, ar duce la un zbor incorect. Deci, în concluzie, nu este necesar sa punem un accent exagerat pe precizie matematica, dacă ne straduim sa estimam cât mai corect, aceasta ne va ajunge.

În articolul sau "Zborul după model McCready fără iluzii", Kauer formuleaza scurt şi taios aceasta problema: "Secretul inelului McCready consta mai putin în aplicarea lui exacta cât mai ales în prescriptia de a accepta (decât la nevoie) ascendente sub valoarea reglata pe inel".

Variometrul de salt şi inelul McCready ramin totusi instrumente importante în optimizarea saltului; reglarea lor însă, ????? în functie de conditia specifica data. (Ingo Renner, multiplu campion mondial foloseste însă o alta tehnica. Pentru zbor el utilizeaza un tabel, care, în ipoteza aerului nemiscat între ascendete da viteze de salt corespunzatoare fiecarei intensitati a curentului termic. Aceste viteze le modifica doar într-o mica masura, în cazul miscarii aerului dintre ascendente. Succesele sale sunt marturia faptului ca aceasta simplificare nu-i aduce dezavantaje majore).

Dacă de exemplu, în fata noastra se dezvolta un Cumulus Congestus impunator atunci acolo putem intilni fie un 4 m/s fie ploaie şi descendenta. Dacă în mod prevazator reglam inelul pe ??? m/s, atunci aceasta ne costa doar cu 14 % mai mult timp pe o distanta relativ scurta. Dacă însă nu intilnim acolo ascendenta sperata, atunci ne mai ramine suficienta înălțime pentru a ajunge la ascendenta urmatoare.

În cazul unui salt de 10 minute pierdem doar 1,4 minute dacă într-adevăr intilnim ascendenta de 4 m/s. Dar, vai de pilotul "curajos" care si-a fixat 4 m/s pe inel şi sub nor nu gaseste decât ploaie; datorita pierderii nesabuite de înălțime se va vedea silit sa aterizeze.

După cum putem vedea din graficul precedent, fixarea inelului pe zero ne aduce cele mai mari dezavantaje, mai ales în cazul valorilor mai mari ale ascendentelor reale. Din aceasta cauza sa evitam pe cât posibil alegerea acestui reglaj excesiv de prevazator.

Reglarea inelului a devenit o chestiune de tactica şi trebuie astfel facuta încât sa putem ajunge cu suficienta siguranta la ascendente bune. Prin acest fapt planorismul devine mai frumos şi mai interesant decât si-ar fi putut imagina un adept fanatic al urcarii medii din vremurile trecute. Dacă situatia meteo este însă suficient de uniforma şi dacă riscul unei aterizari premature este neglijabil, atunci vom incerca sa ne reglam inelul (respectiv sa mentinem acul variometrului de salt) conform regulii de zbor optimal, pentru a câştigă şi acele putine procente care se pot obtine prin fixarea precisa a inelului. Concursurile însă nu vor fi cistigate pentru ca pilotul respectiv si-a reglat inelul cu precizie matematica. Hotaritoare va fi urcarea. Pilotul mai rapid îşi câştigă înălțimea în ascendente mai puternice, nu spiraleaza în cele slabe, nu "cauta" prea mult termica, centreaza mai bine şi devierile sale de la traiect sunt mai bine adaptate cailor de ascendente existente.

## ZBORUL DELFINAT

În timpul saltului prin mase de aer aflate în urcare sau coborire variometrul de salt ne va cere diverse viteze, (corespunzator inelului McCready). Deci va trebui sa ne modificam, uneori chiar foarte abrupt, panta de planare prin tragere de mansa sau impingem de mansa. În acest fel traiectoria noastra se poate asemana cu stilul de inot al delfinului.

Dacă pilotul îşi alege iscusit traiectoria, de-a lungul cailor de ascendente, cailor de nori, curentilor dfinamici de panta, etc. atunci este posibil să-şi pastreze înălțimea (sau sa piarda mai putin) fără sa spiraleze. Uneori putem chiar sa câştigăm înălțime! În ultimii ani sunt raportate tot mai multe zboruri senzationale cu viteze medii deosebit de ridicate.

În momentul de fata (1974 - n.t.) recordul mondial pe triunghi de 300 km este 153 km/h (Walter Neuberg), pe triunghiul de 100 km este de 175 km/h (Klaas Goudrian - Africa de Sud) iar Hans Werner Grosse a executat un spectaculos zbor de distanta de 1460 km[3].

[3] Recordurile mondiale la nivelul anului 1987 pentru aceste probe sunt de 169,5 km/h pentru triunghiul de 300 km ºi 195,3 km/h pentru triunghiul de 100 km. (n.t.)

Formula magica care electrizeaza intreaga lume a zborului fără motor se numeste zbor delfinat. Dacă am utiliza pentru calculul vitezei medii metoda clasica ce foloseste polara vitezelor, atunci pentru atingerea unor astfel de performante, ar fi nevoie de ascendente incredibile. Dar mai bine sa lasam pilotii sa vorbeasca.

> Hans Werner Grosse descrie în modul urmator inceputul zborului sau din 12 mai 1973, un triunghi de 827 km: "Decolarea la ora $7^{45}$ (!). Declansarea la 1000 m deasupra localitatii Grambeck. Plafon 400 m, dar se ridica rapid la 700 m. Baza redusa aduce cu sine o desime a termicilor iar mie posibilitatea de a zbura aproape fără sa spiralez doar folosind variatia de viteza. Astfel, deşi urcarea este sub 1 m/s obtin totusi o medie de inceput de 90 km/h ..."

Deci o urcare foarte slaba şi totusi Grosse obtine o medie de 90 km/h! Dar nu numai Grosse a demonstrat ca se pot obtine viteze medii ridicate în ascendente slabe. Rezultatele concursurilor ne arata medii care, în conditiile meteo precare respective, nici nu ar fi fost imaginabile mai demult. Acest lucru se datoreaza şi planoarelor mai bune astazi - dar nu numai lor! Nu vrem sa subapreciem dezvoltarea exploziva în domeniul constructiilor de planoare dar o influenta mai mare în cresterea impetuoasa a performantelor a avut-o mutatia survenita în tactica de zbor şi în cadrul ei mai ales adoptarea zborului delfinat. Zboruri spectaculoase se pot explica prin utilizarea acestui "stil de zbor". dacă însă intrebam pilotii mai indeaproape asupra retetei folosite când spiraleaza şi când nu, primim raspunsuri evazive, nimeni nu face afirmatii hotarite iar unii piloti de clasa ajung chiar sa se contrazica.

Într-adevăr elaborarea teoriei zborului delfinat, similar teoriei clasice fundamentate de Karl Nickel şi Paul McCready nu este la fel de simpla. Deoarece în zborul delfinat un rol hotaritor îl are nu numai intensitatea ascendentei (sau descendentei) dar şi intinderea ei în plan orizontal, acest ansamblu de efecte cu greu poate fi cuprins într-o teorie unitara.

În acesta situatie ne folosim de diverse modele meteorologice care ne permit determinarea numerica a vitezelor optime de salt. La capitolul de teorie a zborului optimal sunt prezentate mai multe astfel de modele ale caror rezultate (într-un sens strict) sunt valabile doar pentru cazul particular al modelului respectiv, dar a caror idee generala este similara şi permite tragerea unor concluzii practice. În mod interesant teoria clasica apare ca un caz particular al acestei teorii generale dacă se face ipoteza ca în timpul spiralarii nu se avanseaza pe traiect. Zborul delfinat se va defini atunci în mod rational ca fiind un salt executat după regula zborului optimal. Conform acestei definitii fiecare salt clasic este un caz particular al zborului delfinat. (Detalii mai exacte se gasesc în partea de teorie a zborului optimal). Înainte de a da regulile zborului delfinat trebuie sa mai clarificam ceva: lucrul cel mai important este iscusinta pilotului de a executa (cât mai) mici abateri de la traiect care sa-i aduca cel mai favorabil bilant meteorologic de ascendente - descendente. Aşa şi numai aşa se poate explica media de 90 km/h la ascendente sub 1 m/s, atinsa de Grosse.

## REGULI ALE ZBORULUI DELFINAT

1. - Inelul se regleaza în principiu la valoarea urcarii realizate prin spiralarea în ascendentele puternice intilnite.
2. - Dacă nu ne putem pastra înălțimea prin simpla parcurgere a caii de ascendente atunci pierderea de înălțime o vom compensa prin spiralare în ascendente cât mai bune.
3. - Dacă ne aflam în situatia de a fi absorbiti în plafon atunci vom regla inelul la valori tot mai mari (respectiv variometrul de salt) până când realizam un zbor la acelasi nivel.

4. - Dacă intentionam sa urcam de-a lungul unei cai de ascendente atunci ramin valabile regulile de la 1 la 3, însă nu orizontala ci panta dorita va fi masura pentru regulile 2 şi 3.
5. - Obtinerea zborului delfinat nu trebuie fortata prin reducerea valorii selectate pe inel. El va rezulta de la sine dacă pe traiectoria presupusa optima, conditiile meteo se vor dovedi favorabile. Acest lucru se va intimpla în cazul ascendentelor dese (ce pot fi intilnite uzual la plafoane joase) şi în cazul cailor de ascendente. Deci ascendentele deosebit de puternice nu favorizeaza zborul delfinat deoarece se afla la distante mari între ele.
6. - Se recomanda ca în conditiile meteo favorabile zborului delfinat sa se zboare pe cât posibil cu incarcarea alara marita (a se vedea şi "Zborul de-a lungul cailor de ascendente" de la pag. ???).

## COMENZILE NECESARE ZBORULUI OPTIMAL

În principiu în fiecare etapa ar trebui sa zburam cu viteza optima corespunzatoare miscarii verticale a masei de aer în care tocmai ne aflam. Dacă intensitatea acetor mişcări variaza în timpul saltului atunci viteza noastra optima va fi într-o permanenta "intirziere" fata de realitate. Acest decalaj va duce bineânțeles la pierderi în viteza medie, mai ales dacă zonele ascendente şi descendente se succed des.

Cauzele acestei "intirzieri" sunt :

- intirzierea indicatiei variometrului
- timpul de reactie al pilotului
- inertia planorului

***INTIRZIEREA INDICATIEI VARIOMETRULUI***: depinde de tipul variometrului. Variometrul cu paleta, care reactioneaza sensibil mai prompt decât cel cu capsula utilizat în trecut, este însă depasit ca performante de variometrul electric. dar problema unor variometre ultrasensibile şi scumpe ramine discutabila din moment ce indicatia lor prea "nervoasa" trebuie temperata prin introducerea unor strangulari suplimentare pe conductele de presiune. Dar chiar şi un variometru cu un timp de reactie ideal ne-ar indica cu intirziere miscarea verticala a aerului deoarece valoarea urcarii se afiseaza după ce planorul este accelerat de la infundarea precedenta la urcarea corespunzatoare ascendentei. Deci mai bine sa ne orientam după acceleratia resimtita, deci în functie de cum suntem presati în scaun. Variometrul de energie totala (bine compensat), respectiv variometrul de salt, ne vor servi în acest caz la controlul variatiei vitezei comandate ca urmare a senzatiilor de acceleratie. Dacă vom urmari tendinta în miscarea acului variometrului (şi mai putin indicatia momentana) atunci vom putea sesiza dacă urcarea, respectiv infundarea, se intareste sau slabeste adica dacă maximul se afla în fata noastra sau dacă l-am depasit deja.

***TIMPUL DE REACTIE AL PILOTULUI***: depinde în mare masura de tipul pilotului. Acest timp de reactie va fi mai mic dacă el va fi odihnit şi alimentat normal (nu după ingerarea unei hrane prea abundente şi greu digerabile) adica dacă se va bucura de o stare fizica şi psihica buna şi îşi va darui cu placere intreaga concentare zborului. Placerea zborului stimuleaza atentia şi scurteaza timpii de reactie. Simtul acceleratiilor trebuie sa ni-l cultivam şi sa ne folosim de el. Bineânțeles ca nu ne va fi usor sa facem deosebirea între acceleratiile generate de miscarea mansei şi cele determinate de miscarea aerului. Tocmai de aceea trebuie exersat şi finisat dacă dorim sa nu "intirziem" prea mult cu adaptarea vitezei. Dacă reusim sa ne deprindem urechea cu tonul variometrului electroacustic (sau mai bine variometrul de salt acustic) atunci corectiile de viteza pe care

la intreprindem trebuie doar rareori verificate prin indicatia altor instrumente de pe tabloul de bord.

***INERTIA PLANORULUI***: nu poate fi evitata în timpul manevrelor însă va fi cu atât mai mica cu cât miscarile noastre vor fi mai bruste şi mai rapide. Din pacate bracajele bruscate ne aduc şi pierderi aerodinamice. aceste pierderi depind, pe linga valoarea factorului de sarcina atins, şi de viteza de zbor. La viteze mari nu este dezavantajos sa tragem de mansa până la atingerea unei acceleratii de 2 - 2,5 g deoarece cresterea de portanta în acest caz se face la valori favorabile (mici) ale coeficientului $C_z$ şi la incidente încă relativ mici. Abia în domeniul vitezelor mici, acceleratiile mari incep sa consume multa energie, fapt confirmat şi de deplasarea acului VET-ului inspre zona de infundare. La viteze mari deci putem trage mai hotarit (dar totusi cu simt) de mansa. Impingerea, după o tragere prealabila de mansa, trebuie executata altfel. Profilele noastre de aripa nu au fost concepute pentru a nu purta. Dacă prin impingere le fortam în acest sens atungi ajungem la incidente destul de nefavorabile iar dacă exageram până la valori negative ale acceleratiei, facind sa zboare prin cabina harta, aparatul foto şi alte obiecte ( mai cu seama praf şi seminte de iarba în cantitati pe care nu ni le-am fi imaginat) atunci vom genera conditii de zbor extrem de nefavorabile: vom mari rezistenta la inaintare pentru a genera portanta negativa cu profile proiectate pentru a indeplini un rol contrar! Astfel de mişcări sunt deosebit de daunatoare şi trebuie neaparat evitate. Deci impingerea trebuie facuta cel mult până la limita la care mai resimtim o usoara presiune în scaun.

În principiu reactionam cu profundorul în functie de situatia meteo, deci cu cât miscarile verticale ale masei de aer sunt mai pronuntate. Rezumind la o regula simpla: în conditie meteo lina vom zbura mai “blind”, pe o conditie mai “scuturata” corespunzator mai dur.

## BALASTUL DE APA

### *ÎN ZBORUL DE DISTANTA CLASIC*

Orice marire a incarcarii alare inrautateste calitatile de zbor ale unui planor în spiralare. Spiralele pot fi executate în diverse moduri. În principiu zborul pe acelasi diametru îl putem face cu inclinari mai mici şi cu inclinari corespunzator marite la cresterea vitezei. În timpul spiralarii în ascendenta ne vom armoniza viteza de zbor şi inclinarea de aşa maniera încât pe diametrul pe care ne deplasam sa avem o infundare proprie cât mai mica. Cu alte cuvinte: pentru o raza data de spiralare vor exista o singura viteza şi o singura inclinare laterala optime.

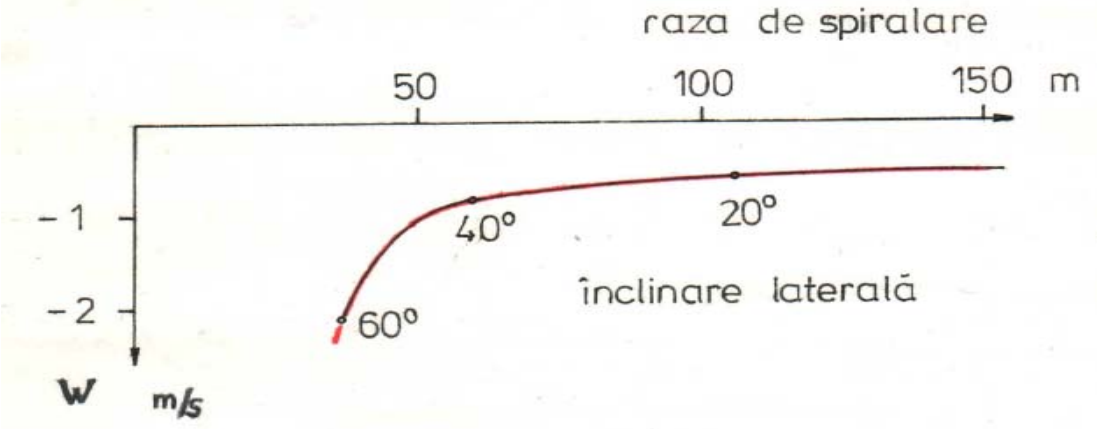



Foto : Polara de viraj pentru planorul ASW 19 cu 28 kgf/$m^2$ (spiralare optima)

Pentru a caracteriza performantele de spiralare ale unui planor se traseaza aşa numita polara de viraj. Graficul de mai jos ne arata cresterea infundarii proprii pe masura reducerii razei de spiralare pentru un planor ASW 19 avind o incarcare alara de 28 kgf/$m^2$ ( pentru cazurile în care viteza de zbor şi inclinarea laterala sunt optime pentru aceasta raza).

Dacă vom mari incarcarea alara a aceluiasi planor ASW 19 la 36 kgf/$m^2$ , atunci infundarea proprie va creste cu 0,1 m/s la o raza de 100 m şi cu 0,5 m/s la o raza de 50 m. [a]i performantele de zbor planat se modifica la variatia incarcarii; ele se imbunatatesc peste viteza de finete optima şi se inrautatesc sub aceasta valoare. Dacă, într-o conditie meteo data, suntem nevoiti sa exploatam doar termici foarte inguste, cel mai indicat ar fi sa delestam toata apa pentru a urca mai bine, deşi vom avea şi dezavantaje în salt, la viteze mari. Dacă ascendentele intilnite sunt slabe, variometrul de salt ne va indica viteze nu prea mari pentru salt şi, din nou, ar fi de dorit sa delestam balastul de apa. Aceasta şi datorita faptului ca tocmai la aceste ascendente slabe timpul de urcare creste simtitor dacă infundarea proprie în spirala este marita. [a]i după cum am precizat şi mai înainte: premiza cea mai importanta în realizarea unei viteze medii bune este urcarea rapida. Luxul unei incarcari alare mari ni-l putem permite numai dacă dezavantajul din timpul spiralarii se pastreaza în limite restrinse. Pe de alta parte, la spiralarea în grup în termica, avantajul ascensional pe care ni l-ar da o incarcare mai mica abia dacă poate fi exploatat deoarece devierile necesare manevrelor de depasire ne-ar consuma o buna parte din acest avantaj. În timpul saltului însă, diferenta de performante iese în evidenta în permanenta.

### *ÎN CAZUL ZBORULUI DELFINAT*

Lucrurile se prezinta altfel deoarece nu avem nevoie sa spiralam. Deoarece cresterea infundarii proprii la zborul rectiliniu cu viteze mici este simtitor mai mica decât la zborul în spirala avantajul global al incarcarii alare sporite la viteze mari se face pe deplin simtit. Deci, dacă estimam ca vom parcurge distante insemnate prin zbor delfinat atunci este mai intelept sa zburam cu incarcare mare pe metru patrat.

### *ÎN CAZUL TRECERII LINIEI DE PLECARE*

În concursuri, balastul de apa aduce intotdeauna un avantaj. Trecind linia cu viteza mare, planoarele grele recistiga mai multa înălțime prin tragere de mansa decât cele usoare. Dacă situatia meteo slaba nu justifica pastrarea apei în continuare, aceasta poate fi delestata în drum spre prima termica. În mod normal, procedind astfel vom ajunge la prima ascendenta cu un plus de înălțime fata de pilotii care au delestat inaintea trecerii liniei. În timpul spiralarii, bineânțeles, nu avem voie sa continuam evacuarea apei dacă ne putem astepta la sosirea sub noi a altor concurenti sau dacă exista deja planoare ce spiraleaza acolo. Este o lipsa evidenta de fair-play sa incercam dezavantajarea în acest fel a adversarilor, mai ales dacă fiecare se lupta pentru supravietuire în conditia slaba. Cel caruia i-a mai ramas apa în rezervoare nu are dreptul să-şi corijeze zborul neindeminatic pe spatele celorlalti. Din pacate unii piloti se pare ca nu pot rezista tentatiei de a obtine nişte avantaje minime pe aceasta cale.

### *REGULI PRIVITOARE LA BALASTUL DE APA*

Incarcarea alara mare ne aduce avantaje în domeniul vitezelor mari şi se justifica în cazul:

- ascendentelor intinse
- ascendentelor puternice
- cailor de ascendenta care favorizeaza zborul delfinat

Deoarece planoarele urca mai greu cu balast de apa, acesta trebuie largat când:

- termica este ingusta
- termica este slaba

În concursuri, la trecerea liniei de plecare, balastul de apa ne aduce avantaje în cazul în care putem executa trecerea cu viteza mare şi la înălțime maxima.
Nu larga balastul de apa peste alte planoare ce spiraleaza sub tine!

## *ULTIMUL SALT*

La anumite concursuri regionale spectatorii urmaresc cu ineteres pilotii care la înălțimi mari se napustesc asupra liniei de sosire, trec ca fulgerul deasupra solului ca apoi sa cistige înălțimi ametitoare prin tragere de mansa după traversarea liniei. Deşi acest spectacol pare deosebit de impresionant, totusi, pe linga pericolul unor astfel de manevre (în acelasi timp şi spatiu pot sa soseasca şi alti piloti) cei avizati îşi pot da seama ca ultimul salt nu a fost bine calculat - poate chiar deloc; pentru ca şi aceasta costa timp. Calculul ultimului salt este pentru zborul de performanta un lucru de la sine inteles şi poate trage în balanta cu 5 - 10 minute iar uneori poate hotari dacă ajungem acasa sau nu.

Ultimul salt, în spiritul regulii de zbor optimal, se executa cu inelul reglat la valoarea urcarii finale din ultima termica. Iar aceasta valoare o cunoastem precis! În functie de vânt vom avea o anumita finete fata de sol, care, la o distanta data până la tel necesita o înălțime optima de plecare bine definita. Deoarece capacitatea noastra de apreciere este suprasolicitata în saltul final, aceasta înălțime optima trebuie calculata.

### *Procedura saltului final are aproximativ urmatorul scenariu:*

Încă destul de departe de tel incepem sa ne punem problema locului unde, în functie de înălțimea care o putem obtine în ascendente, putem executa saltul final. Înainte de a ajunge la aceasta limita estimata vom solicita prin radio echipei de la sol informatii cu privire la vânt. Deoarece vântul la sol nu este o informatie suficienta, membrii echipei vor determina directia şi intensitatea vântului folosind în acest scop dispozitivul cu oglinda, descris într-unul din capitolele urmatoare, dacă acesta le sta la dispozitie. Coechipierii pot solicita şi ajutorul unei statii meteo dacă informatiile disponibile au un grad ridicat de incertitudine. Dacă informatia primita de la echipa de sol coincide cu cea pe care ne-am notat-o înainte de decolare (pe tablita fixata pe genunchi) atunci, din tabelul în prealabil intocmit extragem valoarea componentei de fata sau spate a vântului. Dacă însă conditiile de vânt s-au schimbat, atunci aceste componente trebuie corectate sau determinate din nou.

Dacă, zburind mai departe, gasim o ascendenta buna în care presupunem ca merita (şi se poate) sa urcam până la înălțimea necesara ultimului salt, atunci facem un calcul: pornind de la viteza ascensionala şi componenta longitudinala a vântului se va determina înălțimea optima de plecare din pozitia în care ne aflam (distanta până la tel). Aceasta înălțime optima se detrmina în aşa fel încât pornind de la ea sa ajungem la linia de sosire cu zero metri, deci fără rezerva. dacă situatia meteo este buna şi omogena iar urcarea noastra depaseste 3 m/s atunci vom utiliza aceasta înălțime calculata deoarece la valori ascensionale mari ea inglobeaza suficienta siguranta. Cele prezentate sunt valabile mai ales dacă incarcarea noastra alara depaseste pe cea care a stat la baza abacului (sau calculatorului) utilizat.

În cazul urcarilor de sub 1,5 m/s la înălțimea calculata se vor adauga 100 m aceasta ajungind în mod normal. Dacă situatia meteo în directia de zbor pare destul de incerta, exista pericolul de a intra în ploaie, descendente imprevizibile în spatele pantelor, zone descendente între cai de termica seaca sau determinarea vântului a fost foarte imprecisa, atunci ne vom lua o înălțime de rezerva corespunzator marita. Înălțimea optima astfel

corectata dorim sa o atingem în aceasta ultima ascendenta. Dacă ascendenta se intareste pe masura ce urcam, atunci ne reconsideram calculul şi vom urca corespunzator mai sus. Evident este valabil şi inversul acestei situatii dacă ascendenta slabeste. Dacă nu putem ajunge la înălțimea dorita (din cauza bazei norilor) sau ascendenta slabeste în aşa masura încât nu mai merita sa o exploatam, atunci zburam mai departe şi cautam o alta "ultima" ascendenta, pentru care vom determina o noua înălțime optima de urcare.

După parasirea ascendentei, pe parcursul ultimului salt, ne verificam din timp în timp pozitia şi ne confruntam înălțimea cu cea data de calculator sau abac. Dacă suntem simtitor prea sus ne vom reajusta inelul la valori corspunzatoare, mai mari, pe care ni le furnizeaza to abacul (calculatorul). Invers, dacă suntem prea jos vom roti inelul în sens contrar. Zburind cu viteza normala, la tel ar fi recomandabil sa ne ramina o înălțime de siguranta de circa 100 m, în scopul unei rezerve de aterizare. Aceasta înălțime va fi suficienta pentru o priza de aterizare rezonabila numai în cazul în care locul de aterizare nu se afla prea departe în spatele liniei de sosire. şi încă ceva : în concursuri mai putem vedea şi la pilotii buni faze de aterizare deplorabile, care ne-ar mira şi la nişte incepatori. Epuizati de stresul probei, după ce au trecut linia de sosire, pilotii parca se decupleaza complet zicindu-si în gind: Nu a mai ramas nimic decât aterizarea acasa!

Aşa s-au petrcut lucrurile şi la campionatul mondial din 1974 de la Waikerie (Australia) când 3 sau 4 piloti din echipa RFG au executat câte o aterizare "pe burta" deşi în jur se afla cea mai selecta elita internationala. Noroc ca cel putin planoarele nu au avut de suferit. Încă de la citiva km de linie trebuie sa ne straduim sa comcepem aterizarea iar pe panta trebuie sa facem toate verificarile în acest sens (controlul cabinei). Deconectarea poate veni abia după ce ne scoatem planorul din careul de aterizare.

# METEOROLOGIE

## TEMP - UL

Repartitia pe verticala a tempraturii aerului este de o insemnatate hotaritoare pentru termica. Temperatura se masoara cu radiosonde purtate de baloane până în stratosfera sau cu avioane ce executa zboruri de sondaj.

### *FORMULARUL CU ADIABATE*

Meteorologul trece rezultatele masuratorilor într-o diagrama ce contine o multime de linii tiparite care ulterior vor usura analizarea TEMP-ului. Exista diverse variante ale acestor formulare pentru diagrame.

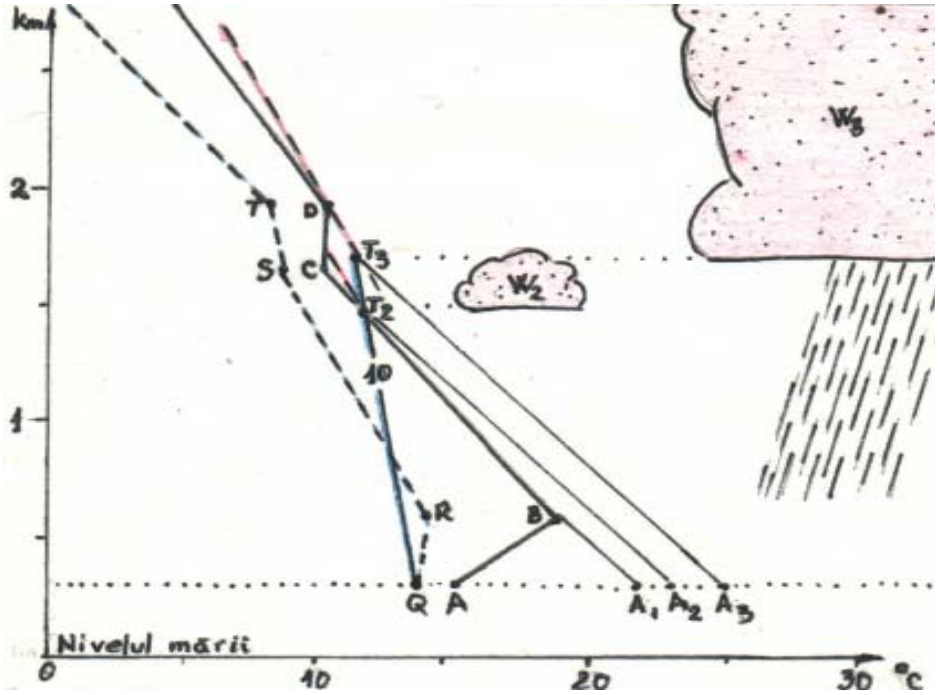



Foto : Exemplul unui TEMP

În figura de mai sus se da o portiune din acest formular (diagrama Stüve) unde izobarele orizontale au semnificatia de altitudine. Acest lucru este bineânțeles valabil doar în cazul în care aerul este stratificatconform atmosferei standard. Dar pentru ca altimetrul de pe planor este etalonat şi el după valorile standard, putem folosi aceasta diagrama pentru scopurile noastre.

În afara liniilor orizontale de nivel şi a izotermelor verticale formularul mai are imprimat trei tipuri de linii:

- liniile subtiri orizontale la 45$^{o}$ ce au directia stinga sus - dreapta jos, sunt adiabate uscate. Ele reprezinta modificarea de temperatura a unei mase de aer în urcare sau în coborire, fără evaporare sau condensare de apa pe parcursul miscarii. Din punct de vedere fizic, procesul adiabatic este un proces fără schimb de energie cu mediul.

- liniile cu aceeasi orientare, inclinate aproximativ la 60$^o$ sunt adiabate umede. Ele reprezinta modificarea temperaturii unei mase de aer ce urca concomitent cu condensarea apei continute sau coboara în timp ce apa continuta se evapora, fără schimb de energie cu exteriorul (cifrele indica adiabata uscata de care se apropie asimptotic cea umeda la mare înălțime. Cifrele reprezinta temperatura pe care o are adiabata uscata la o presiune de 1000 mb).
- liniile inclinate cele mai apropiate de verticala reprezinta linii de saturatie. Cifrele indica continutul de vapori de apa (în grame) la 1 kg de aer uscat. Liniile arata în ce conditii de temperatura şi înălțime o masa de aer este tocmai saturata de vaporii de apa continuti. O urcare suplimentara ar duce la condensare şi formare de nori.

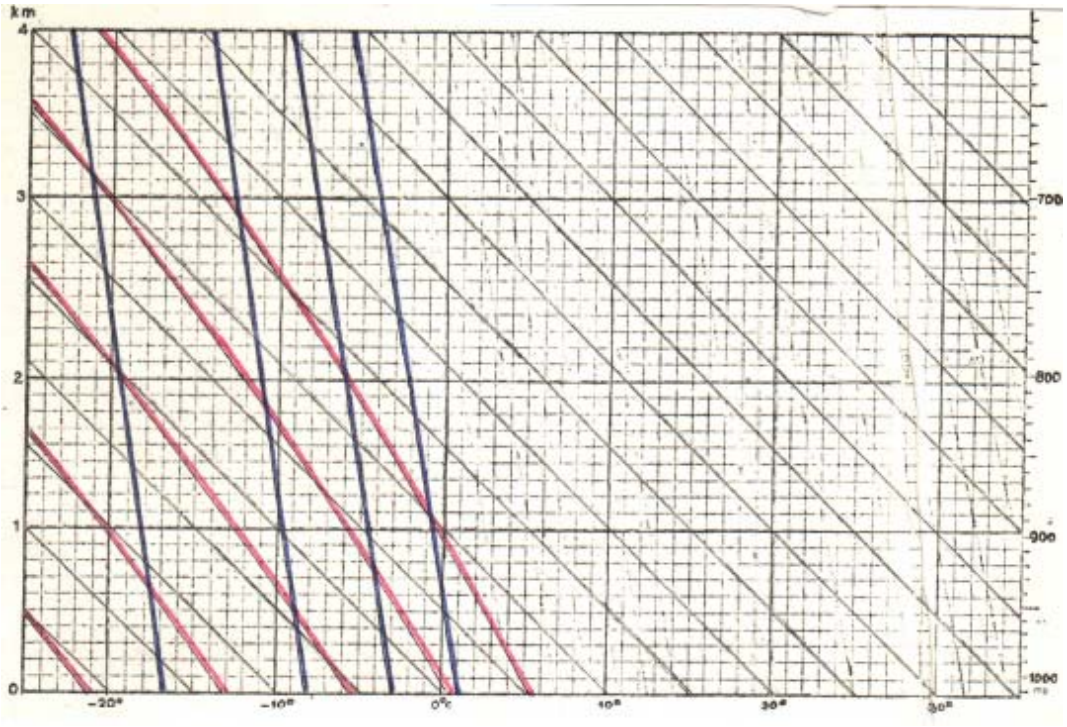



Foto . Diagrama Stüve

Sa presupunem ca aerodromul nostru se afla la 300 m peste nivelul marii. Facind un sondaj meteo, în zori, masei de aer care ar intra în timpul zilei ar fi rezultat punctele de la A la D (vezi figura de la pag. ??). La sol (punctul A) s-ar inregistra o temperatura de 15$^o$C care ar creste cu altitudinea ajungind la 19$^o$C la 600 m (fata de nivelul marii). Astfel de inversiuni de temperatura se produc cu precadere noaptea datorita racirii solului prin radiatie. De la B la C scaderea temperaturii este mai mica decât pe adiabata uscata. În aceasta zona TEMP-ul este usor stabil. De la C la D avem o izotermie. Peste acest nivel curba de sondaj este mai abrupta decât adiabata uscata dar se afla sub adiabata umeda. În aceasta zona TEMP-ul este instabil umed.

În apropierea solului s-ar constata o diferenta până la temperatura punctului de roua de 1,2$^o$C. Aceasta inseamna ca vaporii de apa ar incepe sa condenseze (sa formeze norii) dacă temperatura ar scadea cu 1,2$^o$C. Punctul de roua pe diagrama este notat cu Q. Cifra 10 de pe linia de saturatie ce trece prin Q indica un continut de 10 g apa într-un kg de aer uscat. Până la 600 m diferenta la punctul de roua creste dar şi cantitatea de umezeala creste (R). Deşi aerul la înălțimea S are o umezeala totala doar de 8,3 g, totusi diferenta mica până la punctul de roua (diferenta dintre punctele S şi C - numita spred -

este doar 1,5°C), indica faptul ca aici aerul are o umezeala relativa mare (90 %). De la S la T spread-ul creste din nou, aerul se usuca cu altitudinea.

### *MODIFICAREA TEMP-ULUI PE PARCURSUL ZILEI*

După rasaritul soarelui solul se incalzeste prin absorbtia radiatiei solare. Stratul inferior al atmosferei se incalzeste de la sol, greutatea specifica îi scade şi poate urca dacă primeste un impuls. Se obtin rezultate realiste, dacă urcarea maselor de aer se considera un proces adiabatic şi se porneste de la ideea ca masa de aer urca atât timp cât este mai usoara decât mediul. Nu sunt luate în considerare efectele inertiei şi ale amestecului masei de aer - acestea aproximativ se compenseaza. Urcarea masei de aer poate fi reprezentata în diagrama dacă, pornind de la o temperatura la sol, ne deplasam spre stinga-sus, paralel cu adiabatele uscate, până la intersectarea TEMP-ului. Până la o temperatura la sol de 22°C ($A_1$) nu se intimpla mai nimic, termica este frinata în interiorul stratului de inversiune de 300 m. La o incalzire suplimentara însă, termica poate ajunge rapid la înălțimi mai mari şi poate fi exploatata pentru zbor. La o temperatura la sol de 23°C ($A_2$) adiabata uscata intersecteaza linia de saturatie de 10 g în punctul $T_2$ (la o altitudine de 1500 m fata de nivelul marii). Aceasta inseamna ca masa de aer ascendenta, care si-a pastrat continutul de apa, a ajuns la saturatie. O urcare în continuare duce la condensare şi formare de nori. În interiorul acestora racirea masei de aer în urcare se face mai lent, conform adiabatei umede (deasupra punctului $T_2$) până când adiabata intersecteaza portiunea de izotermie necesara declansarii termicilor cu formare de nori Cu. Deoarece la nivelul acestora diferenta până la temperatura punctului de roua este doar de 1,5°C, cumulusii intilniti se destrama foarte incet latindu-se şi generind acoperiri, uneori intinse.

Sa presupunem ca în anumite zone, în care insolatia nu este impiedicata de acoperiri, temperatura la sol atinge 25°C. În acest caz termica ajunge la nivelul de condensare la altitudinea de 1700 m (punctul $T_3$), urcarea în continuare facindu-se după adiabata umeda.

Izotermia C - D este astfel depasita şi, ne mai existind nici o frina în calea aerului ascendent, se formeaza norul urias $W_3$, a carui temperatura la mari altitudini ajunge mult sub 0°C, generind averse sau chiar furtuni, în cazul în care TEMP-ul îşi pastreaza până la mari altitudini caracterul instabil umed.

Din acest exemplu putem vedea importanta cunoasterii TEMP-ului pentru masa de aer din spatiul aerian în care dorim sa zburam. Din TEMP putem afla de exemplu temperatura la sol pentru care termica atinge o înălțime minima utilizabila pentru zborul de distanta (de exemplu pentru o înălțime exploatabila a termicii de 800 m, temperatura este de 22,5°C).

Aceasta temperatura se poate determina urmarind până la sol ($A_2$) adiabata uscata ce trece prin punctul de intersectie al TEMP-ului cu linia de saturatie a aerului de la sol ($T_2$).

Nivelul de condensare, marimea cumulusilor şi probabilitatea de acoperire rezulta şi ele direct din TEMP, influenteaza în mod hotaritor multe procese meteorologice şi reprezinta una din bazele previziunii meteo pentru zborul cu planorul. Fenomene meteo ca Föhn-ul, labilizarea prin procese de urcare a aerului precum şi multe altele pot fi deduse direct, folosindu-se TEMP-ul reprezentat pe formularul tipizat. Pilotul planorist trebuie sa stapineasca aceste cunostinte la un nivel care îi asigura intelegerea informatiilor furnizate de catre meteorolog şi îi permit sa traga concluzii prectice din datele şi masuratorile proprii sau primite de la o statie meteo.

Adoptând acest punct de vedere au fost selectionate şi temele care urmeaza.

## INDICATII METEO ŞI INSTRUMENTE AJUTATOARE PENTRU PILOTUL PLANORIST

### *PREVIZIUNEA EVOLUTIEI ÎN TIMP A TERMICII*

În timpul orelor de dimineata, datorita insolatiei, masa de aer se incalzeste dinspre sol, urca conform adiabatei uscate şi se amesteca cu masele de aer mai reci din straturile superioare. În figura 1 de mai jos este reprezentat TEMP-ul de la ora 0 (□). Marimea suprafetei dintre TEMP-ul nou şi cel vechi este o masura a enrgiei absorbite de masa de aer. Din acest motiv suprafata respectiva se mai numeste şi suprafata energetica.

(Aceasta echivalente este riguros valabila doar pentru formulare cu adiabate speciale, construite în acest scop, de exemplu "Tephigramm"-ul. Diagrama Stüve, deşi nu este conceputa sa serveasca acestei evaluari poate fi folosita cu suficienta precizie pentru estimarile ce dorim sa le facem.)

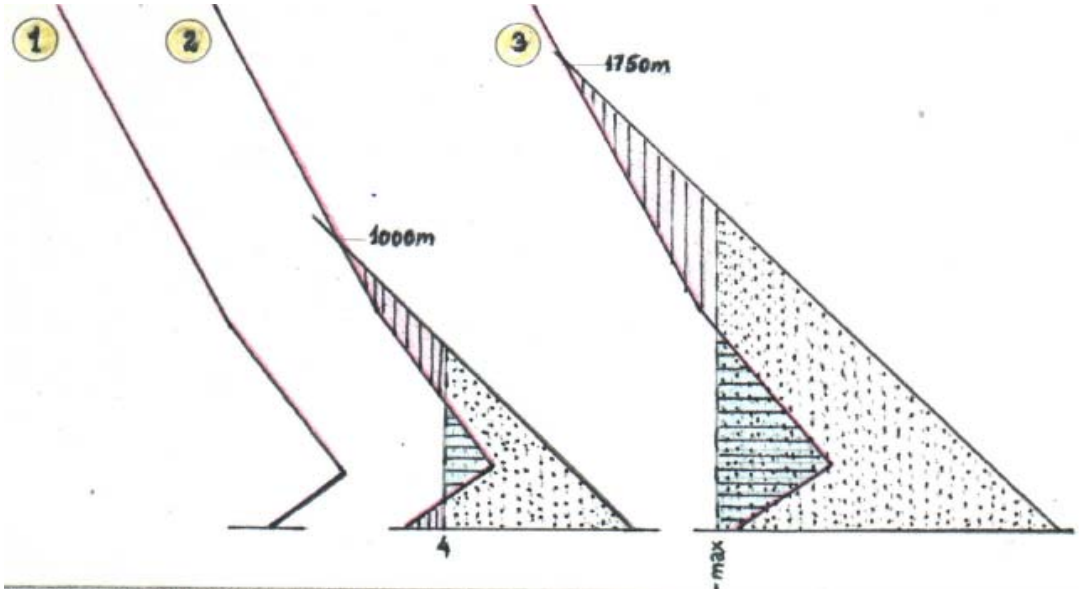



Figura 1 - TEMP - Incalzire diurna - Termica

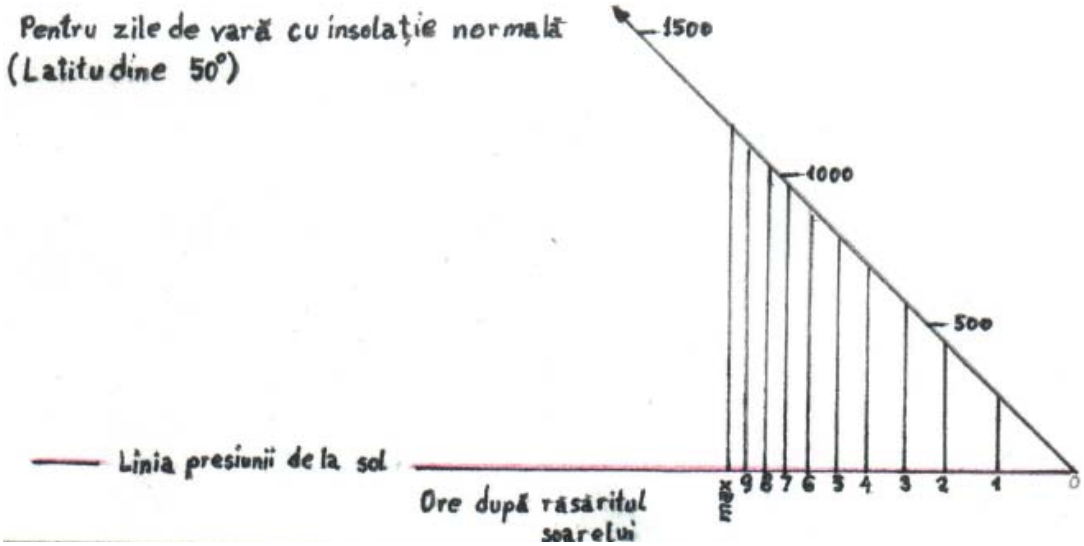



Figura 2 - Suprafete energetice.

Într-un anumit interval de timp, şi functie de pozitia soarelui, masa de aer primeste o anumita cantitate de energie care duce la cresterea temperaturii ei. Energia absorbita de masa de aer într-o zi senina în primele patru ore după rasaritul soarelui este reprezentata în diagrama  prin suprafata energetica cuprinsa între TEMP-ul vechi şi adiabata uscata marcata cu linie groasa. Suprafata triunghiului punctat este egala cu suprafata energetica dacă marimea suprafetelor hasurate vertical compenseaza pe cea cu hasuri orizontale.

Diagrama  reprezinta situatia de la maximul termic al zilei.

Deoarece cantitatea de energie absorbita depinde de pozitia soarelui şi durata insolatiei, TEMP-ul ne poate furniza date cu privire la inceperea activitatii termice. Pentru a rezolva problema în mod rapid se poate desena o diagrama, ca cea din figura 2 de mai sus, pe o folie transparenta. Metoda a fost propusa de meteorologul H. Jaeckischs de la statia meteo Hamburg iar valorile folosite au fost calculate de K. Gold în 1933. Acest grafic a fost trasat în corespondenta cu formularul de diagrama de la pag. ??? (diagrama Stüve) dar la alta scara. Liniile verticale sunt izoterme. Suprafetele energetice corespunzatoare unor anumite intervale de timp sunt cuprinse între izobara (corespunzatoare nivelului solului) şi adiabata uscata inclinata.

În cazul în care pentru suprafetele energetice se ia ca origine rasaritul soarelui, acestea vor fi nişte triunghiuri, aceasta fiind şi situatia cel mai des intilnita deoarece dimineata ne stau la dispozitie doar sondaje de la miezul noptii.

Grosimea stratului de convectie (înălțimea la care ajung termicile) la o anumita ora după rasaritul soarelui se poate determina în modul urmator: Suprapunem folia cu diagrama în aşa fel peste formularul cu adiabate încât linia solului sa corespunda altitudinii la care se afla aerodromul nostru. Prin deplasarea laterala a foliei facem ca suprafata neregulata cuprinsa între TEMP şi adiabata uscata trasata pe folie sa fie la fel de mare ca suprafata triunghiului corespunzator orei pentru care facem estimarea. Prima intersectie a adiabatei de pe folie cu TEMP-ul indica înălțimea cautata. Aceste intesectii au fost trasate pe graficele  şi  din figura 1.

Bineânțeles ca se poate proceda şi invers, adica se poate determina ora la care termicile ating o anumita înălțime. Pentru zborul de distanta 800 m ar trebui considerata ca o valoare minima pentru înălțimea la urca termicile. Avantajul acestei metode consta în faptul ca putem determina cu suficienta precizie anumiti parametrii ai activitatii termice fără sa fim nevoiti a executa un sondaj de temperatura la aerodromul nostru. Aceasta ramine valabila pentru cazul în care insolatia nu este impiedicata (sau eventual foarte putin). Putem determina de exemplu atât momentul aparitiei primelor termici seci utilizabile cât şi ora formarii primilor Cu. Un alt avantaj consta în faptul ca pentru aceste prevederi avem nevoie doar de TEMP (care ne poate fi transmis prin telefon) şi de diagrama pe folie transparenta. Nu avem nevoie nici de termometru nici de urmarirea evolutiei temperaturii.

## TERMOGRAFUL

Termograful înregistrează variațiile de temperatură de pe parcursul unei zile. Această curbă specifică ne permite descifrarea unor procese convective mai ales în cazul în care avem la dispoziție un TEMP reprezentativ. Dar şi fără utilizarea TEMP-ului putem afla dacă inversiunea la sol, creată în timpul nopții, s-a destrămat sau nu. Atâta timp cât mişcările convective sunt frânate de existența inversiunii la sol, temperatura aerului de la sol creşte foarte repede. În momentul străpungerii inversiunii, grosimea stratului în care există mişcări convective creşte iar energia calorică primită de la soare şi radiată de sol se repartizează unei mase de aer mult mai mari. Începând cu acest moment temperatura aerului creşte mult mai mult. În termograma momentul corespunde unei schimbări de pantă a curbei de înregistrare care se aplatizează.

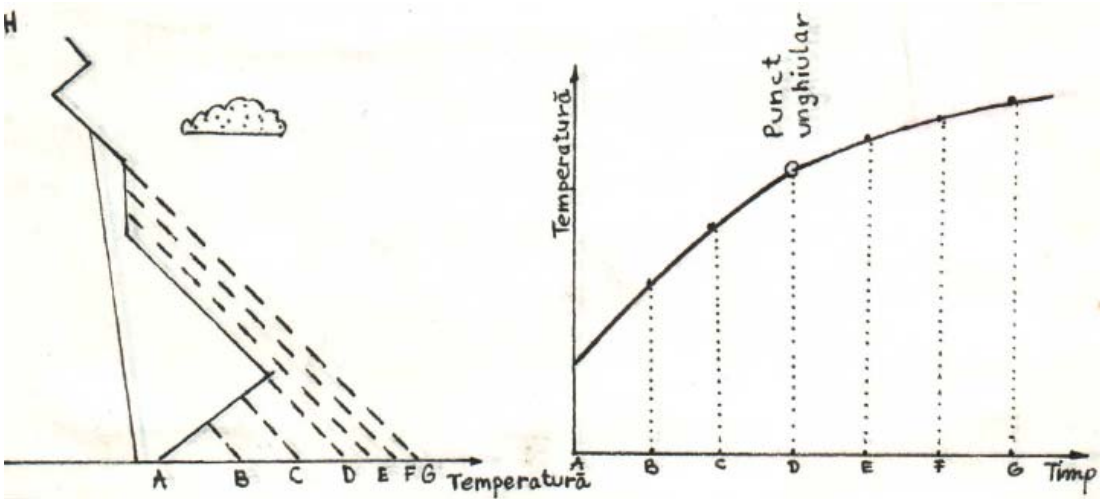



Foto : TEMP-ul şi curba înregistrată de termograf

Începând cu această oră termicile devin în general exploatabile pentru zborul de distanță. Acest lucru poate precede uneori cu câteva ore indicarea termicilor prin cumuli.

Din păcate termograful nu este un aparat tocmai ieftin, trebuie cu atenție întreținut şi instalat în aer liber, într-o cutie specială, bine aerisită şi vopsită în alb.

## TERMOMETRUL CENTRIFUG

În cazul în care nu avem la aerodrom un termograf putem face citirea temperaturii la anumite intervale de timp şi trasa un grafic. În acest scop se foloseşte un termometru prevăzut cu mâner care se roteşte în timpul măsurătorii pentru a evita erori datorate expunerii direct la soare. Aparatul mai are o posibilitate de măsurare şi anume cea a umidității (psihrometru centrifug). Alături de termometrul normal (uscat) termometrul centrifug mai are instalat un al doilea termometru al cărui rezervor de spirt (sau mercur) este înfăşurat în vată sau tifon care se umezeşte cu apă distilată înaintea începerii măsurătorii ce se recomandă a fi executată la umbră într-un loc deschis. Ansamblul de termometre se roteşte prin aerul liber 3 – 6 minute până la stabilizarea indicațiilor. În acest interval apa de pe tifonul termometrului umed se evaporă determinând măsurarea unei temperaturi mai scăzute. Deoarece evaporarea depinde de umiditatea aerului, fiind mai intensă în aer uscat, din indicațiile celor două termometre se pot trage concluziile asupra conținutului de umezeală a aerului.

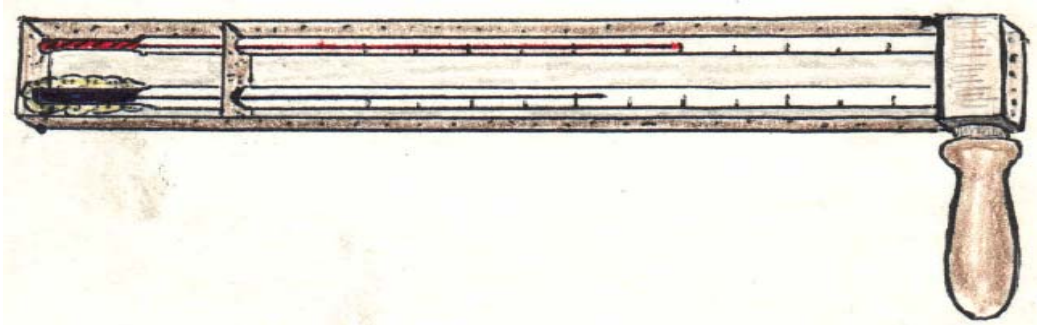


Foto : Psihrometrul centrifug

Curentul ascendent termic este alimentat aproape în exclusivitate cu aerul din păturile învecinate solului, deci rezultatele măsurătorilor ne vor putea fi utile şi la determinarea nivelului de condensare şi formare a norilor Cu. H. Jaeckisch a construit un grafic cu ajutorul căruia se poate determina înalțimea plafonului direct din rezultatele măsurătorilor de temperatură.

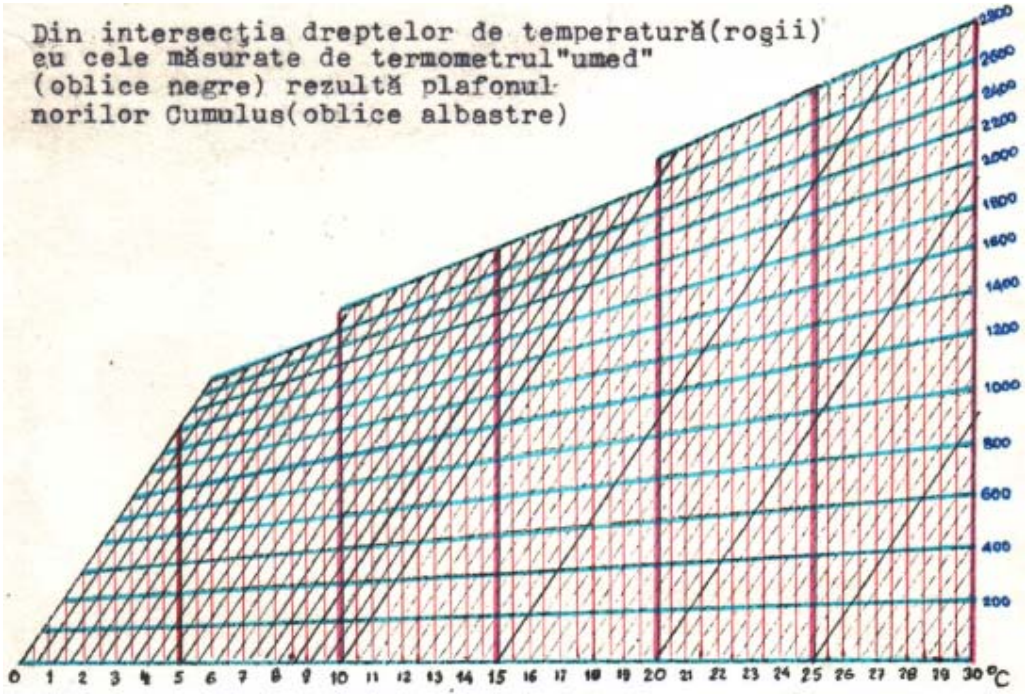



Foto : Determinarea bazei norilor Cu. din măsurători de temperatură în aropierea solului (1,5 – 2 m)

Nivelul de condensare obținut din măsurătoarea precedentă reprezintă o informație şi în condiția absenței norilor Cu. Lipsa acestora ne arată că termicile uscate, care eventual ar exista, sunt frânate de un strat stabil de aer ce se află sub nivelul de condensare.

## INSTRUMENTE DE MĂSURARE A VÂNTULUI LA SOL

Există diverse instrumente pentru determinarea direcției şi intensității vântului. Cele bazate pe măsurarea presiunii totale au o inerție mică, motiv pentru care se folosesc ca înregistratoare pentru rafale. Anemometrele cu cupă reacționează mai lent şi oferă valori medii pentru viteza vântului. De orice tip ar fi aparatele de măsură trebuie instalate în câmp deschis pe cât posibil la înălțimea de 10 m, acceptată pe plan internațional. Pentru necesitățile echipei de ajutor de la sol ajunge şi un simplu anemometru cu cupe care poate fi ținut în mâna. Cu un anumit exercițiu însă viteza vântului se poate stabili şi după apreciere. În afară de contribuția la securitatea aterizării viteza vântului la sol nu ne este de prea mare folos în planorism deoarece, foarte des, la înălțimi de peste 500 m, viteza vântului se dublează iar direcția se roteşte spre dreapta cu circa $20^o$. Ținând cont de acestea, direcția de decolare şi aterizare se pot alege judicios, iar pentru navigație şi saltul final avem de asemenea o informație aproximativă de vânt.

Mâneca de vânt, nelipsită de pe nici un aerodrom, furnizează informații similare. Dacă la sol există mai multe mâneci de vânt în diverse locuri ale aerodromului, atunci

pilotul planorist poate în multe cazuri să determine existența unei termici după poziția acestor mâneci, ştiut fiind că aerul la sol curge radial către zona de unde s-a desprins termica, pentru a lua locul aerului în ascensiune!

## INSTRUMENT CU OGLINDĂ PENTRU DETERMINAREA BAZEI NORILOR ŞI A VITEZEI VÂNTULUI LA ALTITUDINE

Viteza şi direcția vântului la nivelul norilor se poate determina cu ajutorul unei oglinzi dacă se cunoaşte înălțimea la care se află norii. Această informație poate fi transmisă echipei de ajutor de la sol de către pilotul aflat în zbor. Echipa de ajutor efectuează aceste calcule înainte de executarea ultimului salt pentru a oferi pilotului în zbor date reale necesare determinării înălțimii optime pentru saltul final. Premiza acestor determinări este bineânțeles existența norilor în zona de observație.

Piesa de bază a instrumentului, oglinda circulară, poate fi procurată din comert. Pe ea se trasează roza vânturilor, un cerc central cu raza de 10 mm şi alte două cercuri cu raza de 40 mm, respectiv 60 mm. Pentru instalația de vizare se folosesc sârme de otel, țevi din alamă şi o antenă telescolpică de la un aparat de radio portabil. Vârful vizorului trebuie să se afle fixat mobil (să se rotească şi să poată fi extins) la o înălțime de 216 mm deasupra planului oglinzii (pentru vânturi deosebit de puternice sau slabe, trebuie să existe posibilitatea de variație a brațului între 108 şi 432 mm).

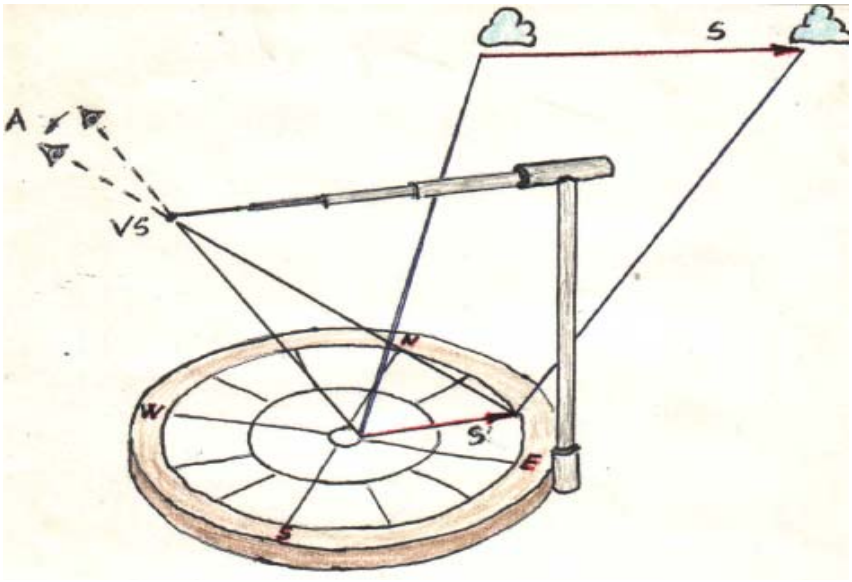
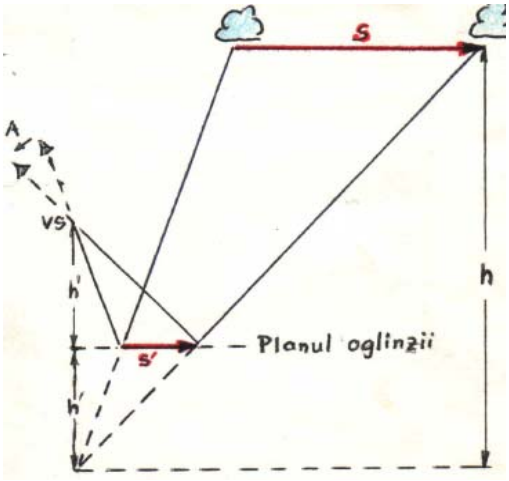



Foto : Instrument cu oglindă

### *PRINCIPIU DE MĂSURARE*

Norul se deplasează pe distanța S. Imaginea reflectată parcurge distanța S' în acelaşi timp t (secunde). Vârful vizorului se află la înalțimea h' peste nivelul oglinzii iar norii la înălțimea h. (În principiu oglinda ar trebui să se afle exact la înălțimea de sol dar pentru că h este în realitate mult mai mare decât h' această condiție nu trebuie riguros respectată.)




S – deplasarea norului
S'- deplasarea imaginii norului
h – plafonul norilor
h'- distanța dintre nivelul oglinzii şi vârful vizorului (216 mm)
VS – vârful vizorului
A – ochiul observatorului

Foto : Instrument cu oglindă.
- Principiu de funcționare.

Conform legilor reflexiei şi a asemănării triunghiurilor rezultă :

$$\frac{S}{S'} = \frac{h}{h'}$$

Pentru viteza de deplasare a norilor :

$$V = 3{,}6 \times \frac{S}{t}$$

unde S se dă în metri, t în secunde, V în km./h

sau

$$V = \frac{3{,}6 \times S'}{h'} \times \frac{h}{t}$$

unde V în km/h; S',h', h în metri, t în sec.

Prima parte a raportului are o valoare constantă, dependentă de construcția instrumentului, în timp ce h şi t reprezintă valori măsurate. Dacă se alege S' şi h' în aşa fel încât primul raport să aibă valoarea 1 atunci calculele se simplifică. De exemplu pentru S' = 60 mm şi h' = 216 mm rezultă :

$$V = \frac{h}{t}$$

unde V în km/h, h în metri, t în secunde.

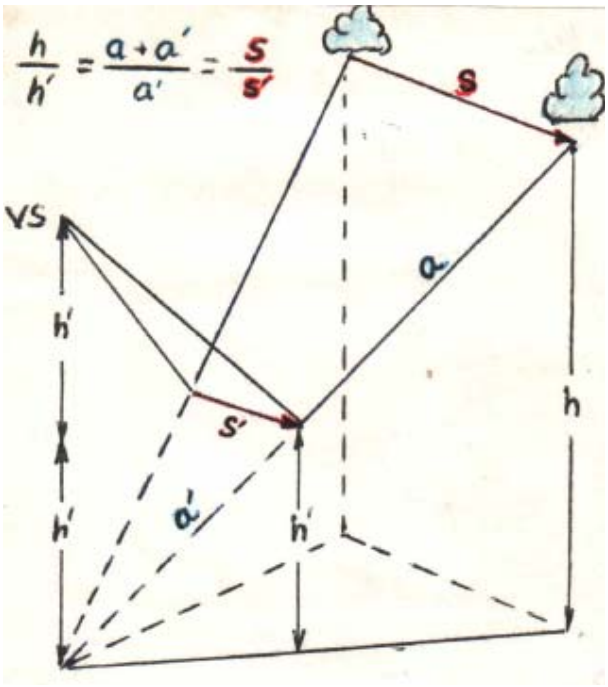
Dacă se măsoară doar 1/2 S' atunci se înjumătățeşte şi V.

Până aici s-a determinat utilitatea instrumentului pentru cazul în care direcția de vizare şi direcția vântului se află în acelaşi plan, adică dacă norul vizat se îndreaptă exact spre noi sau se depărtează pe aceeaşi direcție.

Liniile din desenul de mai sus se pot intepreta şi spațial, rezultând desenul următor în care se reprezintă situația unui nor care se deplasează pe o altă direcție decât direcția de vizare; şi în acest caz relația

$$\frac{S}{S'} = \frac{h}{h'}$$

rămane valabilă aşa cum reiese şi din desenul în perspectivă.




Observație :

Dacă planul oglinzii nu este orizontal atunci nu se mai pot aplica asemănările de triunghiuri deoarece h şi h' nu mai sunt paralele, la fel şi S cu S'.

***PROCEDEUL DE MĂSURARE***

1. Oglinda instrumentului se instalează perfect orizontal cu indicația SUD spre nord (pentru a citi direcția din care bate vântul).
2. Se vizează marginea unui nor astfel încât ea să apară în centrul oglinzii.
3. Vârful vizorului se poziționează astfel încât să se reflecte în centrul oglinzii suprapunându-se cu marginea vizată a norului.
4. În imaginea reflectată urmărim ca vârful vizorului să se afle în permanență pe marginea inițial aleasă a norului. Se cronometrează timpul în care acest punct vizat se deplasează din centru până la cercul exetrior de rază 60 mm.
5. Poziția în care traiectoria reflectată a norului intersectează cercul exetrior ne dă direcția vântului. Viteza de deplasare a norului rezultă din raportul :

$$Vnor = \frac{h}{t}$$

h – înălþimea norului în metri
t – timp cronometrat în secunde

6. Pentru o determinare mai precisă a vitezei vântului se recomandă efectuarea a două măsurători, una cu marginea din vânt, alta cu marginea de sub vânt a norului, pentru a elimina erori provenite din creşterea norului. Viteza astfel rezultată se mai înmulțeşte cu un coeficient (pentru nori în formare acesta este ~ 1,3) pentru a ține

cont că bulele de aer cald în urcare au o viteză de deplasare mai mică decât viteza generală a vântului.

# MECANISMUL CONVECȚIEI TERMICE

Pentru zborul în curenți ascendenți de natură termică, de o importanță majoră ar fi nu numai formarea unei imagini asupra locului de declanşare a termicii dar şi asupra modului în care aceasta urcă, asupra mecanismului ei intern, poziția centrului (centrelor), etc. Din păcate studiul acestor probleme este mult îngreunat de imensa varietate a fenomenelor din natură. O muncă de pionierat în acest domeniu a fost întreprinsă de meteorologul Richard Scorer, care pe cale experimentală, folosind lichide de culori şi densități diferite a determinat legi ce guvernează mişcarea convectivă. Aceste legi au fost confirmate de măsurători şi experiențe de zbor cu planorul, cel puțin în cazul unor anumite condiții meteo.

## BULA TERMICĂ IZOLATĂ, ÎN URCARE

Se consideră o masă de aer ce urcă de la sol, fără legătură cu acesta, într-o atmosferă stratificată adiabatic şi lipsită de forfecări de vânt. Acesta este cel mai simplu caz al termicii, în care mişcarea aerului are o formă toroidală, similară rotocoalelor din fumul de țigară. Mişcarea are două componente, una de translație verticală în sus iar a două, o rotație în jurul unei axe inelare. Mişcarea verticală maximă o găsim în centrul torului. Acolo viteza ascensională este mai mare decât viteza proprie de urcare a bulei (torului). Pe parcursul urcării bula termică creşte prin antrenarea aerului înconjurător înspre centru torului unde acesta este condus pe partea superioară a bulei şi amestecat cu masa inițială de aer.

Un exemplu impresionant care ilustrează mecanismul convecției este norul – Ciuperca formată în urma unei explozii atomice atmosferice.

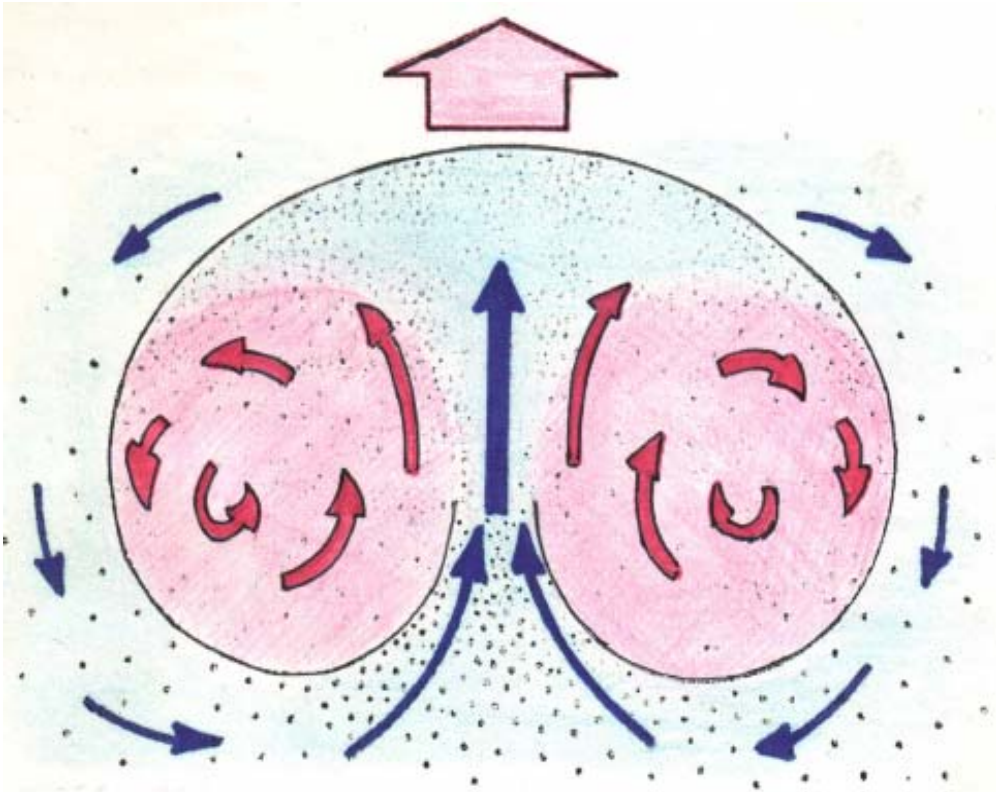


Foto : Bula termică

Principiul modelului de convecție prezentat în figura de mai sus este clar şi uşor de înțeles, a fost dovedit şi experimental dar modelul are dezavantajul de a fi prea simplist, termica având o evoluție mai complicată în realitate. De exemplu masa de aer în urcare este alimentată un timp mai mult sau mai puțin îndelungat din pachetul de aer cald de la sol, permițând urcarea şi a unui planor care "prinde" termica de la o înalțime mult mai mică. Un alt argument evident care subliniază complexitatea mişcării este faptul că dacă inelele de vârtej ar avea întotdeauna o formă circulară (ca cea a modelului) atunci şi secțiunea orizontală a norilor de tip Cu ar trebui să fie tot circulară or ştim prea bine că realitatea este departe de aşa ceva. Forfecări ale vântului în altitudine, influența unilaterală a insolației şi o serie de alți factori fac ca norii să apară sub o mare varietate de forme. Totuşi, principiul inelului de vârtej rămâne important şi explică multe fenomene dacă este adaptat rațional diverselor cazuri concrete date.

Din desenul schematic anterior rezultă de exemplu, în mod evident că în zona inferioară a "bulei", din cauza convergenței curgerii, centrarea nu reprezintă o problemă, planorul este practic absorbit înspre centru. Această curgere ne avantajează şi pe parcursul spiralării în timp ce în partea superioară, datorită turbulențelor şi curgerii divergente, urcarea devine tot mai dificilă. Imaginea curgerii oferă o explicație şi faptului că foarte des planoarele ce intră mai jos în termică urcă mai rapid până la nivelul altora, pentru a-şi continua apoi urcarea împreună cu acestea într-un ritm mai lent.

## TERMICA CU SURSĂ FIXĂ ÎN CONDIȚII DE VÂNT

În condițiile unui vânt slab, aerul cald ce iese din turnurile de condensare ale termocentralelor se amestecă cu aerul înconjurător datorită unor curenți circulari ce iau naştere în trena de aburi, curenți foarte asemănători cu cei ce alcătuiesc spectrul mişcării în modelul de bulă termică prezentat anterior. Dacă termica posedă un rezervor mare de aer cald şi un loc de declanşare fix, atunci pe vânt slab poate genera o mişcare convectivă asemaănătoare cu cea din cazul turnurilor de condensare.

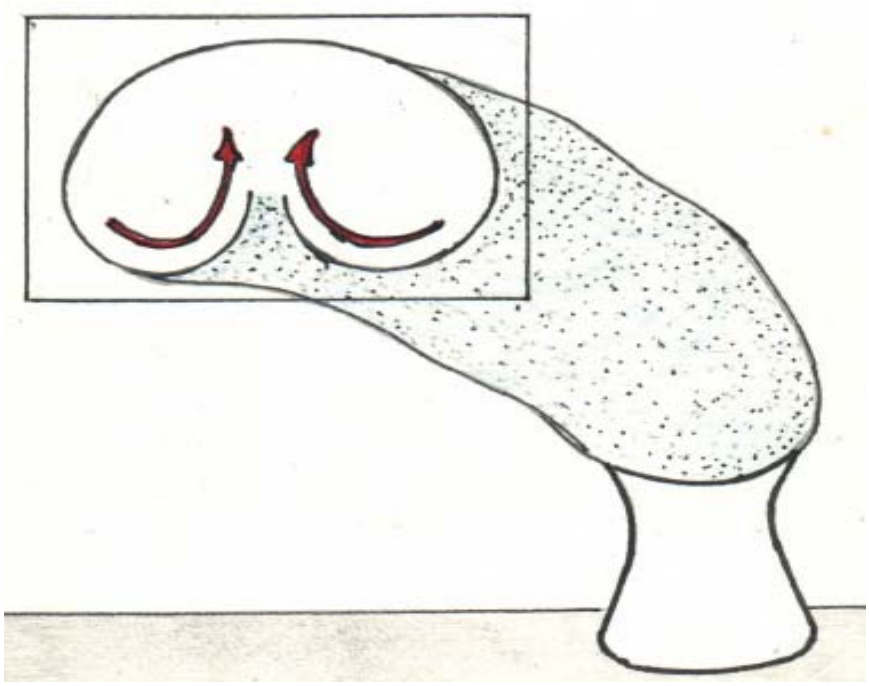


Foto : Trena de aburi a unui turn de condensare

În cazul în care ascendența din miezul unei termici înclinate este mai mare decât viteza proprie de înfundare a planorului atunci este avantajos ca în timpul spiralării să lărgim spre partea opusă vântului. În acest fel ne păstrăm în zona miezului vârtejului care prezintă o viteză ascensională mai mare decât corpul termicii (deci invers cazului descris la pagina anterioară). Ambele cazuri pot apare în practică dar de cele mai multe ori se recomandă lărgire spre vânt.

## MĂSURĂTORI EFECTUATE ÎN ATMOSFERĂ

Încă dinaintea celui de-al doilea război mondial în Germania au fost efectuate zboruri de sondaj pentru studiul mişcărilor convective. Cercetări ample efectuate de specialiştii Observatorului Geofizic din Leningrad în anii 1967, 1968 au confirmat rezultatele obținute anterior îmbogățindu-le în detalii şi precizie. Rezultatele acestor cercetări au fost publicate în 1970 de către Konovalov într-un raport OSTIV.

Ascendențele studiate au fost categorisite funcție de raportul dintre diametru şi repartizarea ascendenței în secțiune, ținând cont şi de tipul ascendenței: largă, îngustă sau normală. Pentru fiecare grupă amintită a fost studiată repartiția ascendenței în secțiune, obținând în final pe cale statistică aşa numitul profil al termicii. Pentru fiecare din cele trei categorii de lărgime au rezultat două tipuri fundamentale de termică.

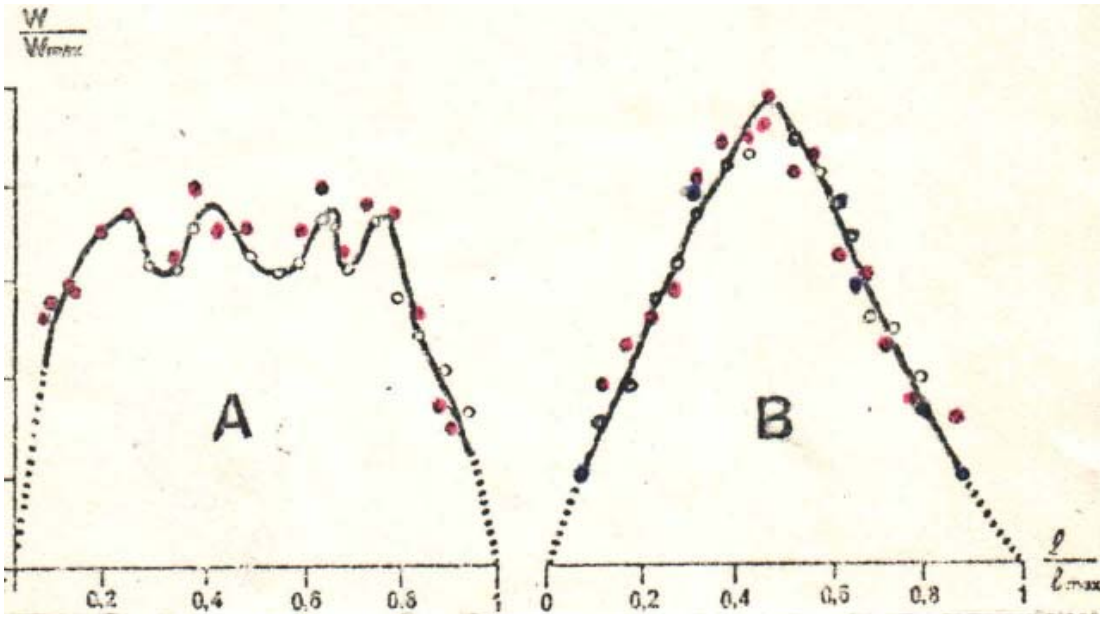



Foto : Tipuri de termică după Konovalov

Tipul “A” prezintă mai multe maxime în secțiune şi apare cu atât mai des cu cât aerul de sol este stratificat mai instabil. Este tipul reprezentativ al termicii puternice. Diametrul ei este mai mare decât la tipul “B”, iar scuturăturile la margine mai mari decât în centru. Tipul “B” este reprezentativ pentru ascendențele slabe şi se apropie mai mult de experiențele lui Scorer. Acest tip poate fi întâlnit cu atât mai des cu cât aerul la sol este stratificat mai stabil (până la 300 m). Diametrul acestui tip este în general mai mic, termica fiind foarte îngustă în cazul în care este relativ puternică. În mod normal se caracterizează prin foarte puține scuturături, acestea concentrându-se mai ales înspre centrul ascendenței.

Tipurile "A" şi "B" pot apare simultan. Cu cât condiţiile pentru existenţa termicii devin mai favorabile (adică cu cât aerul în apropierea solului este stratificat mai instabil) cu atât probabilitatea statistică se deplasează înspre tipul "A". Această concluzie nu va fi surprinzătoare pentru piloţii cu experienţă; ascendenţele puternice sunt în general de diametru relativ mare şi prezintă de multe ori mai multe centre (mai înguste).

Buneânţeles că este aproape imposibil a rezolva definitiv problema profilului termicii. Konovalov şi-a efectuat experienţele în atmosferă calmă. În condiţii de vânt, forfecări de vânt, orografie variată şi sub influenţa acelei mulţimi de factori ce determină structura termicii, rezultatele unor astfel de studii se complică imens. Oricum, aceste rezultate ne evidenţiază cât de nerealistă este acceptarea unor repartiţii uniforme de ascendenţă ca profile caracteristice de termică. Studii mai recente efectuate de către grupări Akaflieg şi de Institutul Meteorologic Berlin, în cadrul unor cercetări mai restrânse dar dotate cu aparatură precisă, au confirmat imaginea neuniformă a termicii. S-a mai constatat deasemenea că în multe cazuri ascendenţe bine conturate, au în păturile inferioare (de la 100 m la 300 m) mai multe ramuri care se unesc abia la altitudine. Se poate face şi afirmaţia că ascendenţele, cel mai probabil nu au o secţiune circulară. Deci, în final putem trage concluzia că studiile statistice actuale şi rezultatele acestora trebuie folosite cu precauţie.

O imagine grosieră asupra structurii momentane a termicii o putem obţine folosind fotografii ale norilor executate la intervale scurte de timp sau analizând zborul păsărilor. Aceste informaţii nu sunt satisfăcătoare pentru un constructor, dar nici nu are sens a proiecta planoare pornind de la profile de termică obţinute pe cale statistică (chiar dacă ar fi corecte), în aşa fel încât pilotul să fie confruntat cu dificultăţi de îndată ce întâlneşte prima termică diferită de cea considerată tipică. Termica diferită de cea tipică este poate cea mai des întâlnită.

## SITUAŢII METEO FAVORABILE ZBORULUI CU PLANORUL
(pentru Europa Centrală şi de Vest)

W. Georgii a analizat situaţiile meteo caracteristice fiecărui anotimp în Europa Centrală şi a descris posibilitatea acestora de a fi exploatate pentru zborul cu planorul. Prezentarea următoare are rolul de a ne familiariza cu situaţiile meteo tipice favorabile zborului şi care pot fi recunoscute în informarea meteo transmisă la televizor. Pe baza acesteia ne putem hotărî să cerem sau nu informaţii suplimentare la staţia meteo cea mai apropiată. Acest fapt ne poate ajuta în exploatarea la maxim a condiţiilor meteo. Evoluţia vremii fiind un fenomen deosebit de complex face de la sine înţeles că aici vom încerca să oferim o imagine generală, în nici un caz exhaustivă, asupra prognozei meteo. Situaţiile meteo pot în realitate să evolueze mult diferit de cele câteva linii directoare punctate în continuare. Deci informarea meteo la un centru specializat ne va oferi date mai precise.

**SITUAŢIE DE MAXIM BAROMETRIC** (un maxim central, favorabil de primavara până vara)

În timpul verii, în zona amintită această situaţie meteo determină ascendenţe slabe până la medii, nori Cu puţini sau inexistenţi, vânt slab şi vizibilitate medie. Activitatea termică începe după străpungerea unei inversiuni la sol, uneori de grosime apreciabilă. În zone muntoase, termicile încep mai devreme. Această situaţie meteo este destul de rar întâlnită pe parcursul lunilor de primavară-vară favorabile zborului de distanţă. În lunile de toamnă nivelul mai scăzut al insolaţiei nu permite străpungerea stratului de inversiune sau o face prea târziu. Condiţia de maxim baric este favorabilă pentru zboruri cu

reântoarcere la locul de decolare, mai ales pentru zboruri pe triunghi în sensul vântului (orientat anticiclonic). Ne putem aştepta la condiții mai favorabile în zone muntoase.

Foto : Maxim barometric

**SITUAȚIE METEO CREATĂ ÎN URMA UNUI FRONT RECE** (vânt din SV până în NV)

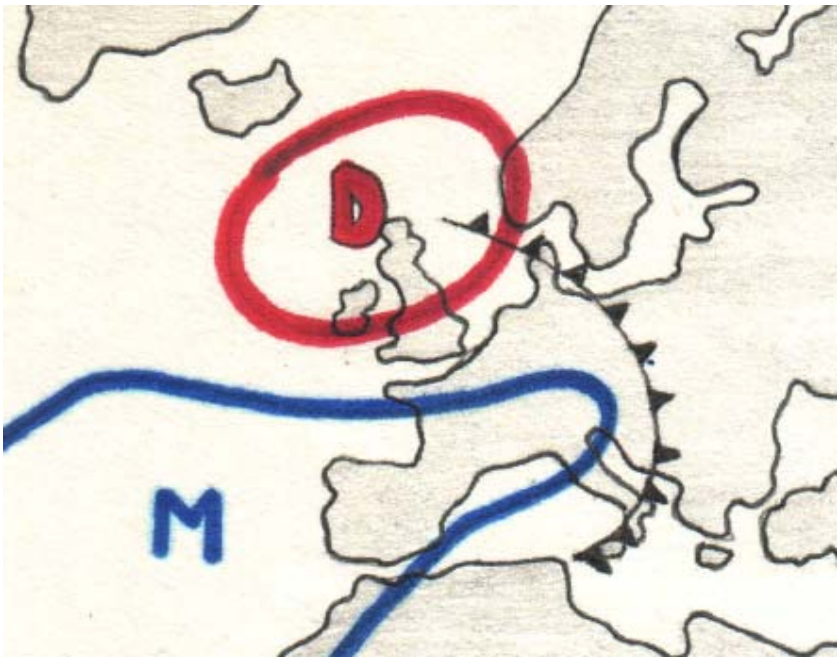


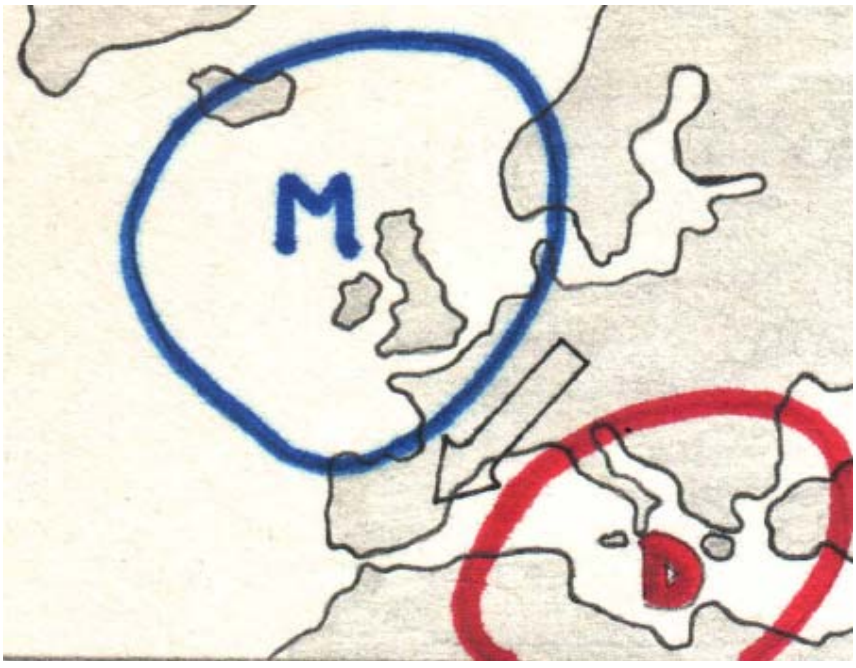

Foto : Front rece

Situațiile meteo care apar în urma trecerii unui front rece, sau oclus, oferă destul de des pe parcursul sezonului de zbor, condiții bune pentru zborul de distanță. Aceste situații sunt legate de fenomene de pătrundere de aer polar, stratificat instabil iar succesiunea evenimentelor este aproximativ următoarea: - prima zi după trecerea frontului, în condițiile unei presiuni barometrice crescânde şi a unei vizibilități excelente, de obicei vântul este puternic iar instabilitatea pronunțată. Cu precădere în zona muntoasă nebulozitatea în evoluție rapidă poate determina acoperiri şi averse. Avantajul termicii bune este pus în pericol de tendință spre acoperiri şi supradezvoltări. În continuare vremea se liniştește, vântul şi labilitatea se reduc, se face simțită influența dorsalei anticiclonice iar probabilitatea averselor scade foarte mult. Condiția meteo ce se creează la scurt timp după trecerea frontului, caracterizată prin vânt puternic şi căi de nori, este mai bine exploatabilă în zona de câmpie şi se pretează mai ales la zboruri cu țel fix sau dus întors în direcția vântului. Odată cu creşterea influenței maximului baric, cresc şi şansele de reuşită ale unor zboruri pe triunghi (de data asta şi în zonele muntoase).

**SITUAȚIA UNEI CIRCULAȚII NORD-ESTICE SAU ESTICE** (condiție favorabilă primăvara pentru traiecte pe direcția vântului)

S-a dovedit pe cale statistică că în lunile aprilie, mai, iunie această situație determină condiții excelente de zbor spre vest şi sud-vest. Vântul relativ puternic aduce aer de origine polară din Nord-Estul Europei, care, stratificat instabil uneori până la 2000 m generează termică foarte bună.

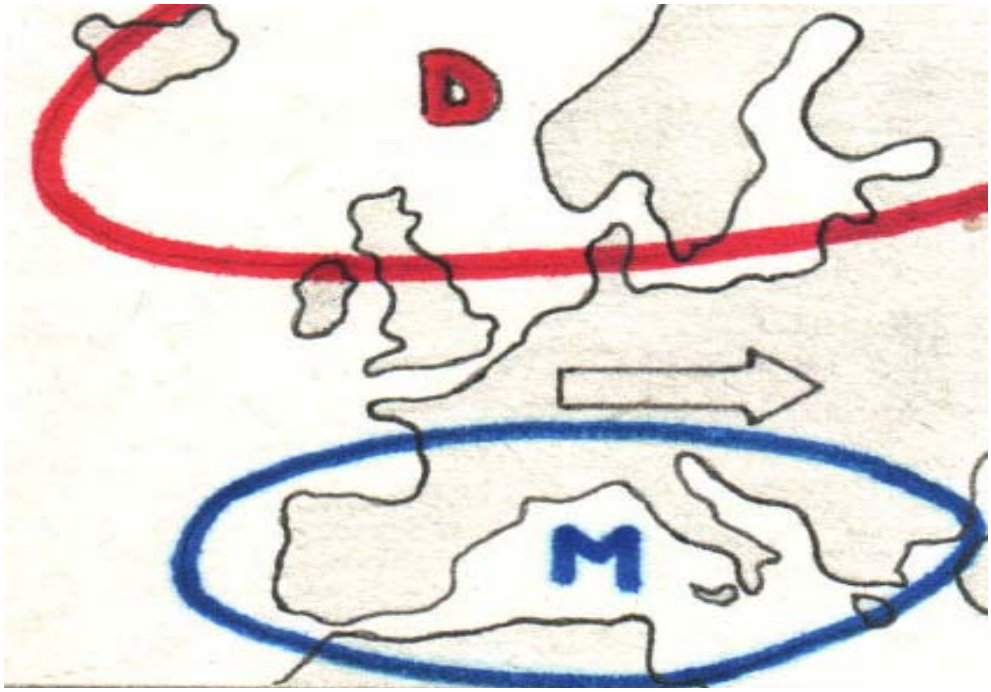
Vizibilitatea este relativ bună iar variația vântului în altitudine este favorabilă formării căilor de nori. Situația se manifestă diferențiat, în sudul Germaniei producând fenomene de aglomerări noroase, iar în câmpia din nordul țării oferind o durată efectivă de zbor mai mare, datorită orei matinale de începere a activității termice. Vântul este accelerat de văi (adânci) dispuse pe direcția sa. În valea Rhone-ului se porneşte Mistralul.




Situația meteo este predestinată zborurilor lungi spre vest, de exemplu din Germania de Nord spre Bordeaux, sau din Germania de Sud spre Marseille. Aceasta este situația meteo care a permis toate zborurile de peste 1000 km în linie dreaptă din Europa

Centrală (de ex.. zborul de distanţă liberă de 1460 km din 25 aprilie 1972, sau dus-întorsul de 1230 km din 16 aprilie 1974 efectuate de H. W. Grosse).

**SITUAȚIA CIRCULAȚIEI VESTICE** (fenomen des întâlnit favorabil doar în cazul anticiclonului)

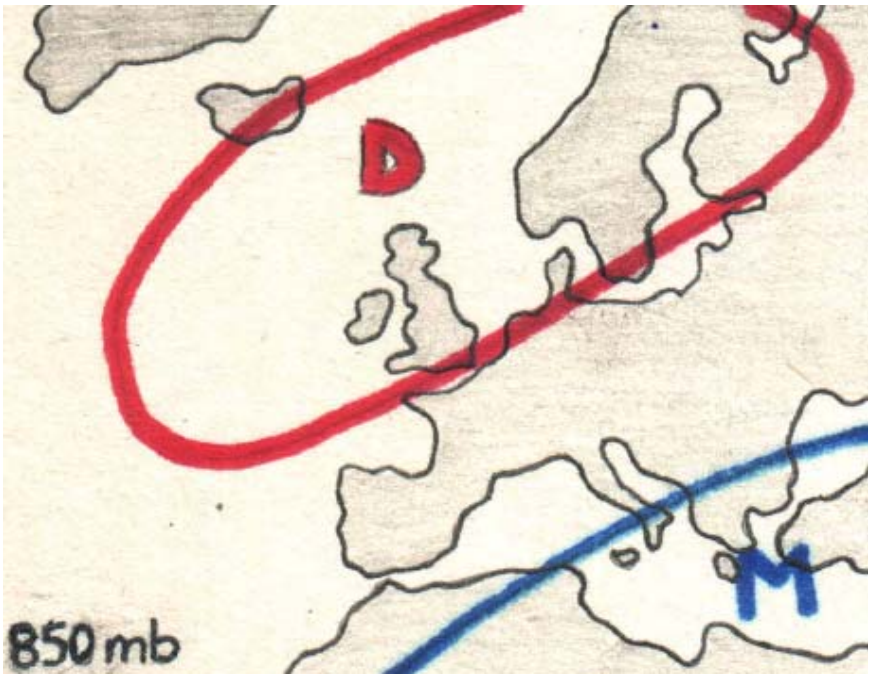



În timpul verii această situaţie caracterizează lungi perioade de ploaie. În zona de contact dintre un sistem anticiclonic mediteranean alungit şi un sistem de minim extins deasupra Mării Nordului, în codiţiile unor izobare practic rectilinii, are loc o pătrundere de aer maritim dinspre vest. Se mai poate spera la vremea favorabilă zborului dacă maximul din sud este mai puternic şi impune o curgere curbată anticiclonic. În acest caz aerul de natură subtropicală transportat din zona insulelor Azore este termic instabil şi poate genera ascendenţe bune, dar posibilităţile de zbor de distanţă sunt limitate de tendinţa spre acoperiri, averse şi furtuni.

Situaţia circulaţiei vestice, cu caracter anticiclonic, este favorabilă zborurilor cu sau fără întoarcere la punctul de plecare, funcţie de condiţiile termice şi de vânt. Pe timp de iarnă condiţia favorizează formarea curenţilor de undă lungă în zona lanţurilor muntoase orientate pe direcţia Nord-Sud, mai ales în spaţiul sectorului cald.

**SITUAȚIA CIRCULAȚIEI SUD-VESTICE** (poate fi recunoscută pe harta de 850 mb)

Situaţia circulaţiei tipice sud-vestice oferă în timpul verii condiţii favorabile de zbor, este însă rar întâlnită în această perioadă. La sol repartiţia de presiune este nespecifică, prezentând o distribuţie caracteristică doar pe hărţile de 850 mb şi 500 mb. Deoarece intensitatea vântului creşte puternic cu înălţimea, se formează deseori nu numai căi de nori, dar la ocolirea obstacolelor de natură convectivă (nori), pot apărea "curenţi de pantă" care să reprezinte ascendenţe exploatabile în faţa "obstacolului".




Aerul cald de natură subtropicală ce însoțește circulația sud-vestică are tendințe de a genera furtuni şi averse în timpul verii. În timpul iernii situația este des întâlnită şi generează fenomene atmosferice ondulatorii în zonele premontane şi în Alpi.

**SITUAȚIA CIRCULAȚIEI SUDICE** (condiții de Föehn în Alpi, în timpul iernii)

Această repartiție de presiune atmosferică generează transportul de aer cald şi uscat din sud peste culmile Alpilor. Dacă viteza vântului este suficient de mare, se formează curenți ondulatorii. Perioadele optime pentru formarea curenților de undă lungă pe versantul nordic al Alpilor, determinate statistic sunt : 9-13 noiembrie, 6-14 decembrie şi 27-29 decembrie.

## INFORMAREA METEO PENTRU ZBORURILE DE DISTANȚĂ

Colaborarea dintre piloții planorişti şi meteorologii de la stația meteo locală poate fi deosebit de fructuoasă. O vizită efectuată la centrul meteo ce deserveşte zona de zbor ne va face să ne dăm seama că meteorologii privesc cu plăcere interesul nostru pentru munca lor şi sunt dispuşi a-şi coordona prognozele cu necesitățile noastre. Informațiile de care avem nevoie în calitate de piloți planorişti nu sunt tocmai uzuale pentru meteorologi, solicitând din partea lor o muncă în plus, pentru care trebuie să le mulțumim. Una din condițiile de bază ale colaborării este post-informarea partenerului asupra gradului de împlinire al prognozei date. În vederea creşterii preciziei în formularea previziunilor meteorologul trebuie sistematic informat asupra diferențelor constatate. Se subânțelege că infirmarea totală sau parțială a prognozei trebuie transmisă într-un mod principial, ținându-se cont că această colaborare are rolul de a ne oferi cu timpul informații tot mai precise şi meteorologul ne ajută pe lângă îndatoririle sale de serviciu.

## FORMULAR DE PROGNOZĂ METEO

Pornind de la ideile expunerii de mai sus şi inspirându-se din formularul lui H. Jäckisch din Hamburg, am elaborat, împreună cu salariații stației meteo Saarbrücken, un formular de prognoză care este completat la sediul stației şi transmis apoi la cerere pe cale telefonică la sediul aeroclubului unde există de asemenea astfel de formulare. În cazul în care se preconizează activitate de zbor, centrul meteo este informat în prealabil pentru a avea timp să prelucreze materialul şi să-l sintetizeze pe formularul amintit. După ora 8:30 acesta este gata completat. Deşi ar fi fost de dorit să avem informațiile la o oră mai matinală totuşi ne declarăm satisfacuți de acest mod de conlucrare. O altă idee ar fi adăugarea unei rubrici în care să fie trecute valorile unui TEMP reprezentativ. La sfârşitul zilei de zbor formularul este corectat sau confirmat de un pilot planorist cu experiență, iar în cazul în care stația solicită formularul, i se poate pune la dispoziție pentru comparație.

De când am introdus dialogul pe baza acestui formular, planoriştii pun tot mai puține întrebări neavizate iar întrega colaborare a devenit mai fructuoasă.

Explicarea informațiilor cuprinse în formular :
- Completarea formularului la centrul meteo se face în măsura datelor disponibile :

1. Situația generală : în câteva cuvinte se descrie situația meteo (poziția zonelor de maxim şi minim, a fronturilor dacă sunt importante)
2. Informații specifice : la ora întocmirii previziunii : sunt rezultatul unor măsurători şi observații directe, adică valori sigure.

Evoluția în spațiul pentru care s-a întocmit prognoza : este greu de prevăzut (dificultate dependentă şi de situația meteo). În cazul insolației directe problema este mai simplă; se complică în cazul trecerii unor fronturi sau acoperiri întinse care îngreunează prognoza şi scad exactitatea prevederii.

a) Inversiuni : durata de străpungere a inversiunilor la sol este condiționată de insolație şi de sol (compoziție, acoperire, relief). Informația trebuie privită ca valoare orientativă.
b) Temperatura de declanşare : rezultă din curba de temperatură.
c) Ora atingerii temperaturii de declanşare este o previziune mai mult sau mai puțin precisă, funcție de gradul de împiedicare a insolației. Analog şi valoarea maximei zilei.

**PROGNOZA METEO PENTRU PLANORIªTI**

Staţia meteo Saarbrucken-Ensheim pentru o rază de 100 km.
Telefon 068932081 Data _____ Ora $8^{30}$ ora locală Meteorolog _____

**1) SITUAȚIA GENERALĂ**

| **2) INFORMAȚII SPECIFICE** - la ora întocmirii previziunii | | | | | Evoluția în spațiul pentru care s-a întocmit prognoza şi în timp eventualele modificări |
|---|---|---|---|---|---|
| **a) VÂNT** înălțime | sol | 1000 | 1500 | 2000 | |
| direcție | | | | | |
| intensitate | | | | | |
| **b) INVERSIUNI** | înălțimi (m) | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| **c) NORI** înălțime | | | | | |
| cantitate | | | | | |
| tip | | | | | |
| **d) VIZIBILITATE** | m | | | | |

**e) TEMPERATURA DE DECLANªARE**
**MAXIMA ZILEI**
**BAZA NORILOR Cu** (niv. mării)
**NIVEL CONVECȚIE** (niv. mării)
**TERMICA** - lipsă - moderată - bună - variabilă - scuturată

**3) OBSERVAȚII**

**4) PROGNOZA PENTRU ZIUA URMĂTOARE**

Baza cumuluşilor : rezultă, analog temperaturii de declanşare, din ora formării norilor Cu : depinde din nou în mod hotărâtor de intensitatea insolației.
Nivelul de convecție : poate fi estimat mai mult sau mai puțin precis, funcție de alura

TEMP-ului şi constanța insolației.
Termica : prevederea ei se bazează pe informațiile fundamentale prezentate anterior şi pe influența vântului. Este dificilă o prevedere foarte precisă.

3. Observații : aici se pot face referiri la fenomene de instabilitate cu tendință de furtună, treceri de fronturi, certitudinea datelor prezentate cu o eventuală alternativă a prognozei, tendința Cu de extindere şi formare de acoperiri, căi de nori (sau de ascendențe), fenomene de forfecări de vânt.
4. Prognoza pentru ziua următoare : este posibilă doar sub forma unor tendințe generale.

# ZBORUL OPTIMAL

Prin zbor optimal se înțelege viteza (de zbor) optimă în zborul de distanță. Această viteză poate fi calculată sau determinată pe cale grafică, pornind de la modele mai mult sau mai puțin simplificate ale zborului de distanță.

Zborul optimal poate avea mai multe sensuri, funcție de altitudinea concretă de zbor:

1. Planarea cât mai lungă de la o distanță dată;
2. Obținerea unei viteze medii (viteză de drum) cât mai mari în zborul dintre ascendențe;
3. Adaptarea vitezei pentru a obține o viteză ascensională medie maximă.

Tratarea în continuare a problemei se face corespunzător acestor situaii. Calculele şi diagramele au fost întocmite pentru planoare tipice clasei standard, cel mai adesea fiind dat exemplul planorului ASW 19 datorită informațiilor complete asupra performanțelor acestuia. Majoritatea rezultatelor ramân valabile pentru planoare similare.

## LISTA NOTAȚIILOR FOLOSITE ÎN CONTINUARE

Mărimi geometrice:

e = lungimea totală a unui segment de traiect
a,b = porțiuni ale segmentului de traiect
h = înălțime, câştig de înălțime
-h = pierdere de înălțime
$h_{25}$ = înălțime necesară pentru un zbor planat de 25 km
E = finețe (distanță / înălțime)
$E_g$ = finețe față de sol
A = raportul de deplasare a punctelor polarei la încărcări diferite pe $m^2$
TD = traiectoria
 = unghi de derivă

Mărimi temporale

t = timp (durată) de zbor
$t_1$,$t_2$ = timpi intermediari

Viteze orizontale

V = viteza proprie a planorului - viteză proiectată pe orizontală, viteză optimă
$V_g$ = viteza față de sol
$V_1$,$V_2$ = viteze pe poriunile segmetului de traiect a şi b
$V_R = V_{drum}$ = viteza medie, viteza de drum
$V_{RM}$ = viteza de drum după teoria clasică
$V_{RD}$ = viteza de drum în cazul zborului delfinat
$V_{RO}$ = viteza de drum optimă maximă posibilă (= $V_{drum\ opt.}$)
$W_k$ = componenta orizontală a vântului pe direcția de zbor

Viteze verticale:

$W_m$ = mişcarea aerului din punct de vedere meteorologic
$W_s$ = înfundarea proprie a planorului (valoare negativă)
$W_f$ = mişcarea verticală a planorului (valoare pozitivă sau negativă)
şi = înfundarea planorului = $W_s + W_m$ (în sensul unei valori negative)
$S_t$ = urcarea planorului = $W_s + W_m$ (în sensul unei valori pozitive)

## POLARA VITEZELOR

Elemnetul de plecare pentru determinarea unor viteze optime este întotdeauna polara vitezelor. Aceasta ne stă la dispoziție fie ca rezultat în varianta comercială, de obicei prea optimistă, a producătorului, fie ca rezultat al unor măsurători ulterioare. Polara reprezintă performanțele de planare într-o diagramă la care pe orizontală se găsesc vitezele proprii V iar pe verticală vitezele de înfundare proprii corespunzătoare $W_s$. Valabilitatea ei însă se restrânge la o singură greutate, deci o singură încărcare pe unitatea de suprafață G/S, indicată pe polară (şi de obicei o anumită înălțime, uzual nivelul mării).

Prin încărcarea pe unitate de suprafață se înțelege raportul dintre greutatea totală de zbor (planor + pilot, paraşută, balast de apă, etc.) şi suprafața portantă. Uzual se exprimă în $kgf/m^2$. Pentru a evita eventualele erori sistematice este recomandabil a se verifica dacă polara cu care dorim să lucrăm reprezintă sau nu performanțele pentru încărcarea cu care zburăm în mod normal.

La planoare cu balast de apă va trebui sa operăm cu polare diferite, întocmite pentru planorul gol, plin sau doar parțial plin cu apă deoarece performanțele depind mult de încărcarea pe unitatea de suprafață.

Dacă zburăm la mare altitudine atunci s-ar putea dovedi necesară adaptarea polarei la densitatea mai scăzută a aerului.

## DEPLASAREA POLAREI VITEZELOR DATORITĂ MODIFICĂRII ÎNCĂRCĂRII

Pentru a obține un rezultat suficient de precis procedăm la deplasarea fiecărui punct al polarei prin depărtare sau apropiere față de origine. Raportul dintre distanță noului şi vechiului punct până la origine este egal cu raportul:

$$\sqrt{\frac{incarcarea\ noua}{incarcarea\ veche}}$$

sau altfel scris (deoarece suprafața nu se modifică):

$$\sqrt{\frac{greutatea\ noua}{greutatea\ veche}}$$

(se neglijează modificarea datorită numerelor Reynolds diferite).

În graficul următor acest raport este 3 / 2.

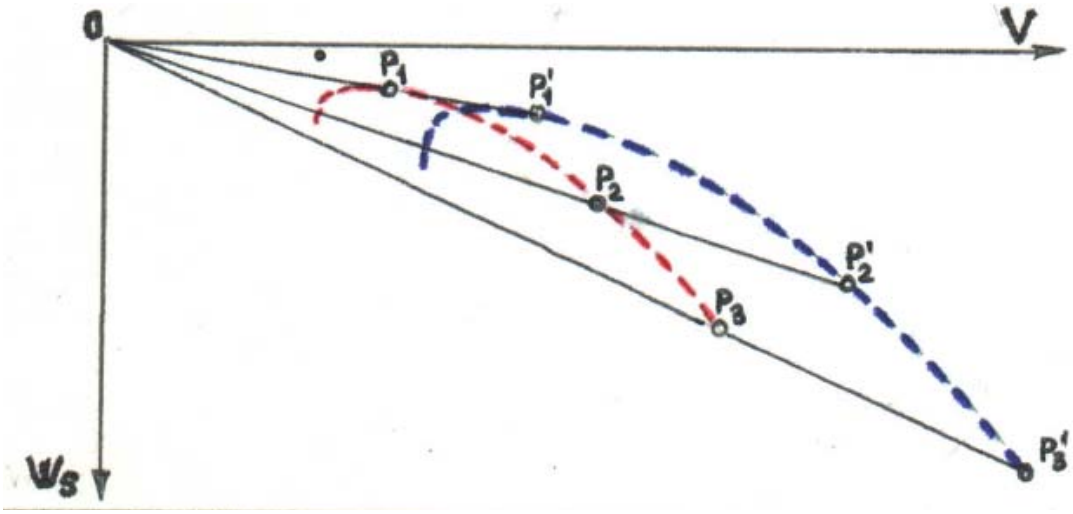



Foto : Polara vitezelor - Modificarea polarei cu modificarea încărcării, respectiv a înălțimii de zbor.

## DEPLASAREA POLAREI VITEZELOR LA ÎNĂLȚIMI MARI

La altitudini mari presiunea atmosferică şi densitatea aerului scad. Pentru a obține aceleaşi forțe aerodinamice, planorul trebuie să zboare cu viteză mai mare şi va avea implicit o înfundare crescută. Coordonatele fiecărui punct al polarei se vor modifica în raportul:

$$\sqrt{\frac{densitatea\ de\ calibrare}{densitatea\ actuala}}$$

adică analog cazului modificării greutății (dar invers).

Ca o completare putem aminti că vitezometrul bazat pe presiunea totală se supune aceloraşi influențe date de variația densității. Deci, la mari înălțimi vom zbura corect dacă vom respecta vitezele normale indicate de vitezometru. Dar trebuie să ştim că viteza proprie reală este mai mare decât cea indicată.

## ZBOR OPTIMAL - 1. DISTANȚA DE PLANARE

### *A. ZBOR PLANAT OPTIM ÎN ATMOSFERĂ CALMĂ*

Este evident că viteza corespunzătoare planării maxime o vom găsi în punctul polarei care va avea cel mai favorabil raport dintre viteza orizontală (aproape identică cu viteza proprie) şi cea verticală. Determinarea grafică a acestui punct se face ducând o tangentă din origine la curba ce reprezintă polara. În graficul următor se prezintă trei polare pentru trei încărcări diferite. Tangenta lor este comună dar punctele de tangență diferă, marcat fiind doar cel corespunzător încărcării de 28 kgf/m$^2$.

Din panta tangentei se obține pentru ASW 19 finețea de 38 (distanță / înălțime). Finețea este independentă de încărcarea pe suprafață. Planorul mai uşor trebuie zburat cu viteza mai mică, cel mediu cu 90 km/h iar cel greu cu viteză mai mare, pentru a obține aceeaşi finețe optimă.

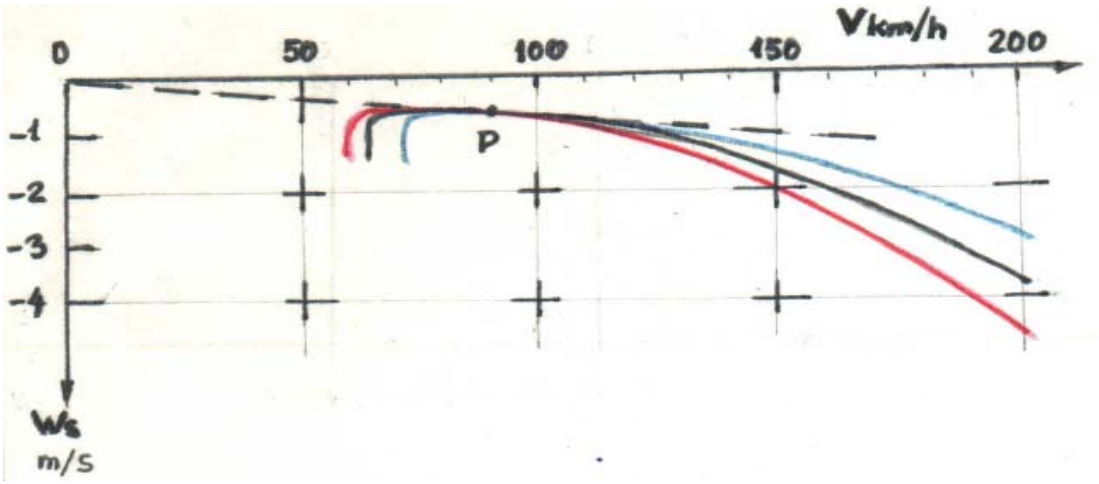



Foto : Polara vitezelor pentru diferite încărcări, ASW 19

A = 24 kgf/m$^2$
B = 28 kgf/m$^2$
C = 36 kgf/m$^2$
------ = tangenta la polară
P = punct de tangență pentru polara corespunzătoare 28 kgf/m$^2$.

## *B. ZBOR PLANAT OPTIM ÎN CAZUL VÂNTULUI PE DIRECȚIA DE ZBOR, FĂRĂ ASCENDENȚE SAU DESCENDENȚE*

Față de masa de aer înconjurătoare va fi valabilă polara de mai înainte. Mişcarea aerului face ca viteza față de sol a planorului să crească sau să scadă cu valoarea componentei vitezei vântului pe direcția de zbor. În graficul de optimizare va trebui să deplasăm polara spre dreapta în cazul vântului de spate şi spre stânga în cazul vântului de față, cu o distanță ce corespunde componentei vântului, pentru a obține polara față de sol.

Exemplul din graficul următor a fost dat pentru ASW 19 având o încărcare de 28 kgf/m$^2$.

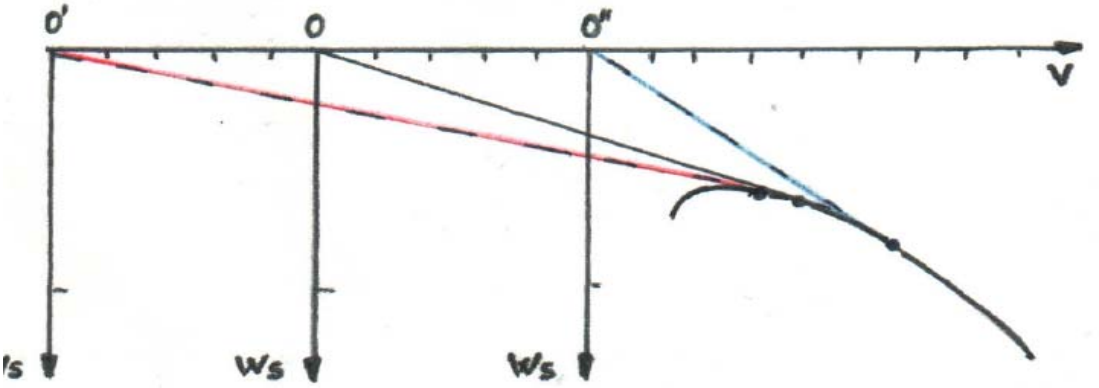



Foto : Planare optimă pentru: ' vânt de spate, atmosferă calmă,
" vânt de față.

Polara cu originea în 0 corespunde cazului de atmosferă calmă. Originea în 0' corespunde cazului cu vânt de spate de 50 km/h, iar 0" cazului cu vânt de față de aceeaşi valoare.

Din motive de simplitate au fost deplasate axele de coordonate şi nu polara, efectul fiind acelaşi. ªi în continuare în cazul în care se modifică poziția polarei se va deplasa sistemul de coordonate şi nu polara însăşi.

În cazul vântului de spate de 50 km/h rezultă o finețe maximă de 60 iar viteza optimă de 80 km/h. Pentru vânt de față de 50 km/h este necesară o viteză optimă de 110 km/h pentru a obține finețea maximă care este de 18.

Deci reținem că în cazul vântului de spate puternic vom zbura ceva mai încet iar pe vânt de față ceva mai repede decât viteza corespunzătoare fineței maxime în atmosferă calmă.

> În cazul vântului de față zborul optimal din punct de vedere al distanței de planare se efectuează reglând inelul McCready la o valoare pentru care viteza medie de drum corespunde vitezei vântului de față.

Această observație ramâne valabilă doar în lipsa mişcărilor verticale ale aerului. Explicația o putem găsi în calculul de optimizare a vitezei de drum.

C. ***ZBOR PLANAT OPTIM ÎN ATMOSFERĂ FĂRĂ VÂNT*** (respectiv față de masa de aer înconjurător) ***DAR TRECÂND PRIN ASCENDENȚE ŞI DESCENDENȚE***

Dacă masa de aer prin care zburăm coboară, atunci înfundarea proprie a planorului se insumează cu valoarea curentului descendent. Polara vitezelor se va deplasa în jos corespunzător valorii descendenței (respectiv în sus în cazul ascendenței).

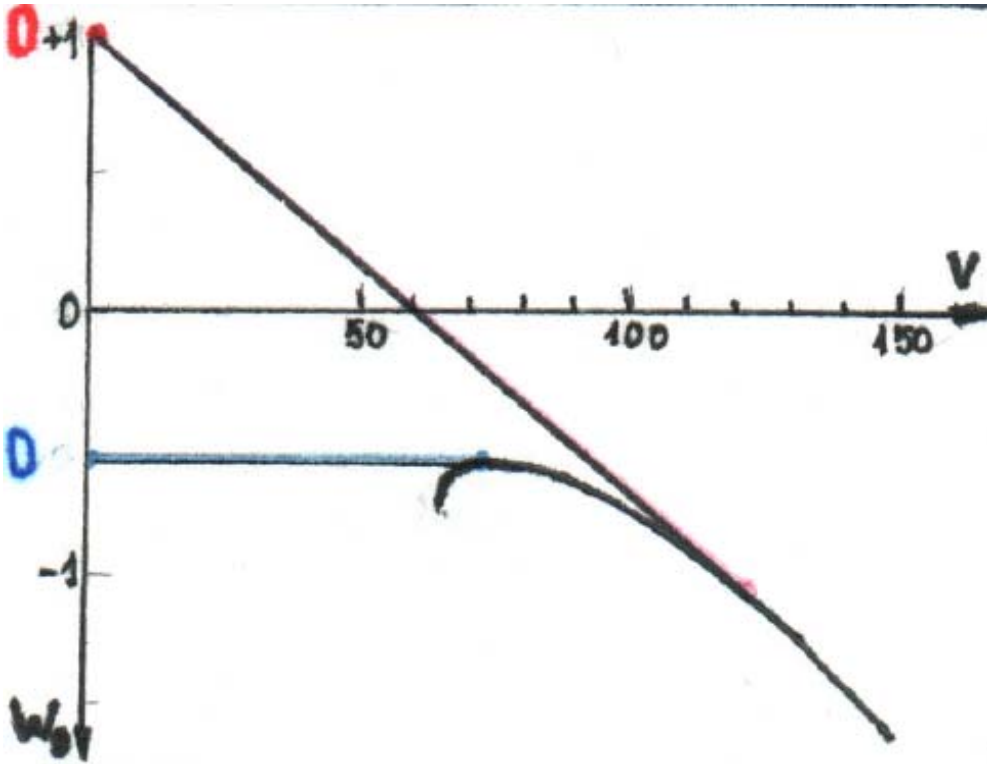



Foto : Zbor planat optim la trecerea prin ascendențe şi descendențe

În graficul de mai sus, construit pentru ASW 19 (28 kgf/m$^2$) nu s-au mai trasat axele de coordonate deplasate. Tangentele pornesc din punctele care ar trebui să fie origini pentru axele de coordonate deplasate. Din exemplul dat rezultă că cea mai favorabilă viteză într-o descendență de 1 m/s este de 120 km/h. Panta abruptă a tangentei corespunzătoare ne indică o finețe redusă de 16. Variometrul ne-ar indica în acest caz o înfundare de 2,05 m/s (descendența + înfundarea proprie).

Tangenta corespunzătoare unui curent ascendent s-a trasat pentru o valoare de 0,58 m/s. Dacă vom zbura cu viteza optimă de 73 km/h, atunci tangenta corespunzătoare, fiind orizontală, ne indică egalitatea dintre ascendența şi înfundarea proprie deci un zbor fără pierdere de înălțime (finețe infinită). Variometrul indica 0. Dacă valoarea ascendenței creşte atunci trebuie să reducem viteza sub valoarea corespunzătoare înfundării proprii (73 km/h) pentru a putea urca pe o panta cât mai abruptă în zbor rectiliniu.

Din exemplul de mai sus putem vedea că pentru orice mişcare verticală a aerului există o viteză de zbor optimă corespunzătoare. Deoarece viteza de înfundare proprie este determinată în mod univoc de viteza de zbor înseamnă că viteza optimă va fi direct legată de înfundarea totală a planorului (= descendență + înfundarea proprie). Deci putem atribui fiecărei indicații de variometru o viteză de zbor optimă care să ne asigure o planare cât mai lungă. Pentru a obține în zbor aceste viteze optime se foloseşte inelul McCready cu marcajul de origine în dreptul cifrei 0 a variometrului. Acesta ne va indica viteza optimă de zbor corespunzătoare vitezei verticale momentane. Construirea unui astfel de inel se descrie la pagina ????. De cele mai multe ori trebuie să ne confecționăm personal un astfel de inel deoarece polarele comerciale sunt în general prea "optimiste" şi încărcările diferite determină valori mult diferite ale vitezelor pe inelul McCready.

## ZBOR OPTIMAL - 2. POLARA DE DRUM

Această problemă se deosebeşte de precedenta : zbor optimal - distanță, în mod esențial, deoarece până acum nu doream să optimizăm zborul pentru a parcurge o distanță maximă în zbor planat iar în acest capitol dorim să determinăm viteza de salt între ascendențe pentru a obține în final o viteză de drum maximă. Deoarece viteza de drum maximă față de aer implică şi viteză maximă față de sol putem neglija influența vântului.

În continuare vom porni de la ideea că înălțimea trebuie câştigată doar prin spiralare în ascendență (zbor de distanță "clasic").

## REPREZENTĂRI GRAFICE ALE ZBORULUI

### *PLANAREA ÎNTRE ASCENDENȚE ÎN ATMOSFERĂ CALMĂ*

Altă ipoteză:

Viteza de urcare în ascendența următoare este cunoscută şi nu se modifică cu altitudinea.

Problema se reduce deci la determinarea vitezei cu care ne apropiem de o ascendență cu valoare determinată pentru a obține cea mai mare viteză de drum (pentru cazul în care masa de aer dintre ascendențe nu este în mişcare). Din cele expuse până aici rezultă clar că este rentabil să ne apropiem cu viteze mai mari de ascendențe mai puternice (deşi se pierde mai multă înălțime totuşi putem recâştiga foarte repede într-o ascendență puternică). Dacă zburăm prea repede pierdem prea multă înălțime pe care după aceea nu o putem reface în intervalul de timp câştigat din zborul cu surplus de viteză. Pentru fiecare viteză ascensională va exista o viteză de salt optimă care va conduce la o viteză medie de drum maximă.

## *PRINCIPIUL DE OPTIMIZARE*

Din figura următoare rezultă că pilotul A zboară cel mai bine, în timp ce pilotul B pierde timp zburând cu viteză prea mică iar pilotul C deşi este primul în ascendenţă, nu poate reface în timp util înălțimea pierdută prin zborul cu viteză prea mare.

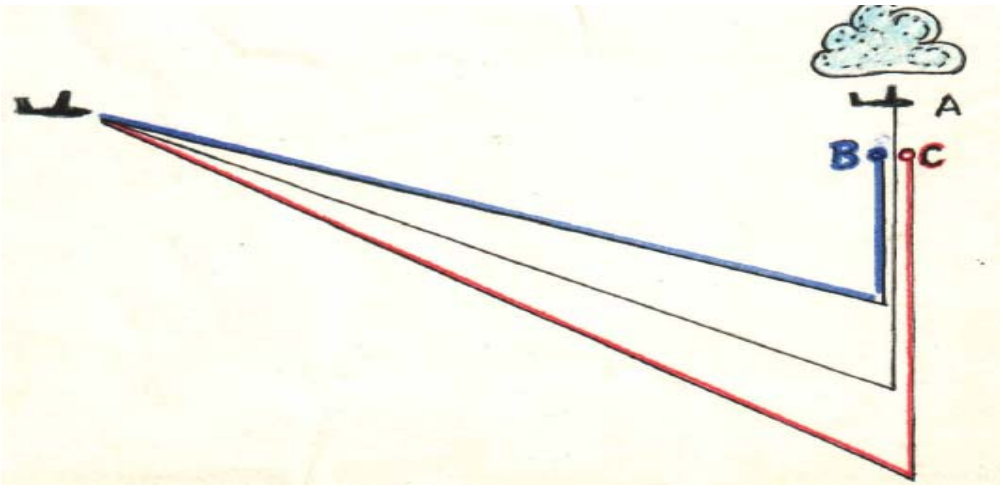



Foto : Principiul de optimizare.

Dar cum putem determina viteza optimă? Pentru aceasta ne putem folosi de formula uzuală pentru viteza medie care poate fi reprezentată grafic pe polara vitezelor sub forma unor triunghiuri asemenea.

$$\frac{V_{drum}}{V} = \frac{S_t}{S_t - S_i} \qquad \textit{ecuatia I}$$

unde:

V = viteza orizontală (- viteza proprie de planare)

$S_t$ = valoarea urcării în timpul spiralării

$S_i = W_s$ = înfundarea proprie a planorului (atmosfera s-a presupus calmă între ascendențe)

$W_s$ este întotdeauna negativă (îndreptată în jos)

## *CONSTRUCȚIE GRAFICĂ PENTRU DETERMINAREA VITEZEI OPTIME (DE SALT) ÎN ATMOSFERĂ CALMĂ*

Dacă în polara vitezelor deplasăm originea în sus cu valoarea ascendenței presupuse şi ducem din acest punct o tangentă la curba polară atunci intersecția tangentei cu axa vitezelor (orizontală) va desemna pe aceasta un punct corespunzător vitezei medii de drum maxime. Din poziția punctului de tangență la polară, putem trage concluzii asupra vitezei de salt necesare şi înfundării proprii a planorului.

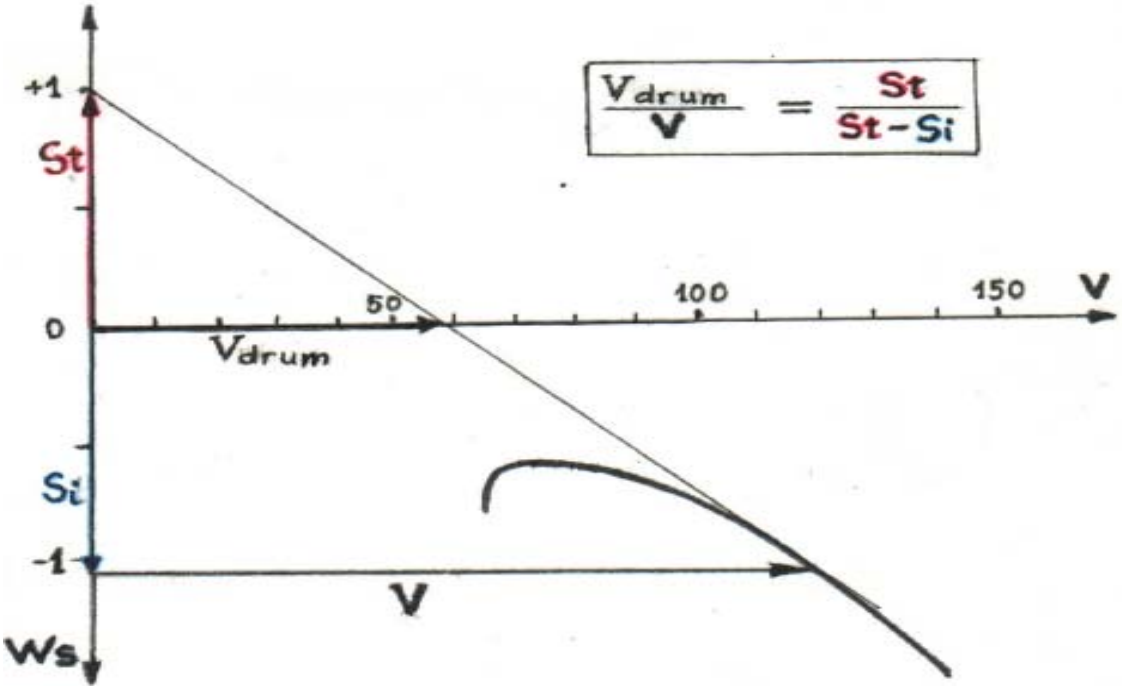



Foto : Construcția grafică pentru determinarea vitezei optime de salt în atmosferă calmă.

$S_t$ = valoarea presupusă a ascendenței (1 m/s)
$S_i$ = înfundarea proprie a planorului, aici $W_s$(-1 m/s)
V = viteza optimă de salt (120 km/h)
$V_{drum}$ = viteza medie de drum (58 km/h)

Din exemplul de mai sus rezultă pentru o ascendență presupusă de 1 m/s o viteză de salt de 120 km/h. Indicația variometrului va fi de -1,05 m/s iar viteza medie de drum 58 km/h. Graficul corespunde celui construit pentru a determina distanța de planare maximă în descendență (pagina ???), deci în cu totul alt scop.

Deci, fie că suntem în salt (în atmosferă calmă) spre o ascendență de 1 m/s, fie că dorim să planăm cât mai departe într-o masă de aer care coboară cu 1 m/s, rezultă aceeaşi viteză optimă de salt de 120 km/h. Ceea ce diferă însă este indicația variometrului iar diferența este de 1 m/s, egală cu valoarea presupusă a ascendenței. Pentru a putea folosi inelul McCready în scopul optimizării vitezei de drum acesta trebuie să fie fixat mobil pe variometru. Dacă se rotește inelul cu originea în dreptul ascendenței presupuse (valoarea citită pe variometru în timpul spiralării) atunci acul variometrului ne va indica viteză optimă de salt necesară obținerii unei viteze medii de drum maxime.

## PLANAREA ÎNTRE ASCENDENȚE ÎN ATMOSFERA ÎN MIŞCARE

Altă ipoteză:

Viteza de urcare în ascendența următoare este cunoscută şi nu se modifică cu altitudinea.

În cazul în care masa de aer în care se mişcă planorul coboară trebuie să adăugăm la înfundarea proprie şi valoarea descendenței pentru a obține înfundarea totală a planorului. Ca urmare, polara vitezelor se va deplasa în jos corespunzător descendenței (sau putem deplasa originea cu aceaşi valoare în sus). În exemplul următor putem observa că trebuie să zburăm cu 139 km/h dacă aerul prin care trecem spre ascendența de 1 m/s coboară cu 0,5 m/s. Dacă între toate ascendențele am întâlnit mase de aer în coborâre cu 0,5 m/s atunci viteza medie de drum s-ar reduce la 48 km/h. Variometrul ne indică -1,9 m/s.

Revenind la capitolul precedent (pagina ???) în cazul optimizării distanței de planare, viteza de 139 km/h am obține-o la o indicație a variometrului de -2,9 m/s. Deci, din nou, diferența dintre indicațiile variometrului este de 1 m/s, adică valoarea ascendenței presupuse. De aici rezultă: - şi în cazul mişcării verticale a maselor de aer traversate, inelul McCready reglat pe ascendența presupusă ne va indica vitezele optime de salt (exemplul de mai sus rămâne valabil şi pentru mişcări ascendente ale masei de aer).

Introducerea inelului McCready o datorăm lui Paul McCready care şi-a publicat ideea în 1949, a devenit campion mondial la planorism în 1956 şi a devenit cunoscut în întreaga lume pentru elaborarea în 1978/79 a unor avioane propulsate de forța musculară a omului.

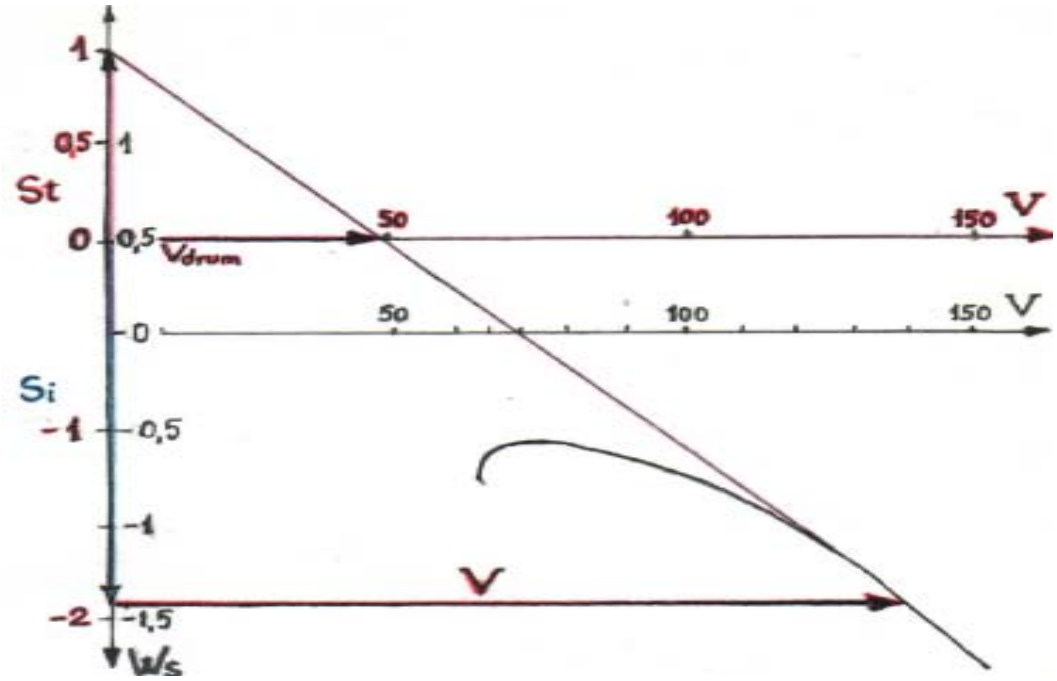



Foto : Viteza optimă de planare în aer descendent

$S_t$ - valoarea presupusă a ascendenței (1 m/s)

$S_i$ - înfundarea totală (-1,9 m/s) compusă din:

descendență (-0,5 m/s)

înfundare proprie (-1,4 m/s)

V - viteza optimă de salt (139 km/h)

$V_{drum}$ - viteza medie de drum

În cazul în care soluțiile grafice prezentate mai sus nu par a fi exacte sau logice atunci poate fi consultată şi deducerea matematică a ecuației de determinare a vitezei optime de salt (pagina ???).

## DETERMINAREA GRAFICĂ A PERECHILOR DE VALORI PENTRU INELUL McCREADY

Pornim de la ipoteza că nu vom întâlni ascendențe (ascendența presupusă = 0) dar că masa de aer prin care zboară planorul urcă sau coboară cu o anumită viteză. Axele de coordonate pentru atmosfera calmă sunt trasate pe figura de pe pagina următoare cu linie subțire. Ducând tangente din origine la polară, rezultă perechea de valori: V=90 km/h; $S_i$= -0,65 m/s. Liniile întrerupte orizontale reprezintă axa vitezelor pentru diferite valori ale mişcării aerului. Din fiecare origine astfel rezultată se duce tangenta la polară (linie

subțire) şi se obține o pereche de valori V - $S_i$. Efectuând operația de mai multe ori, pentru mai multe valori ale descendenței masei de aer se obține curba cu toate perechile de valori V - $S_i$. De exemplu pentru o descendență de 5 m/s rezultă perechea: V=180 km/h; şi=-7,25 m/s. Perechile de valori pentru 160, 140, 120, 100 km/h se obțin pentru mase de aer descendente.

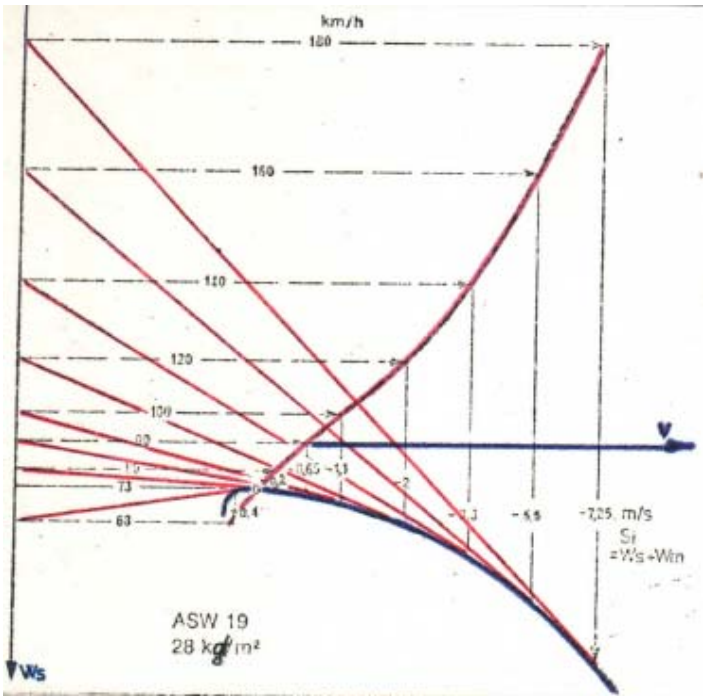



Foto : Determinarea grafică a perechilor de valori pentru inelul McCready

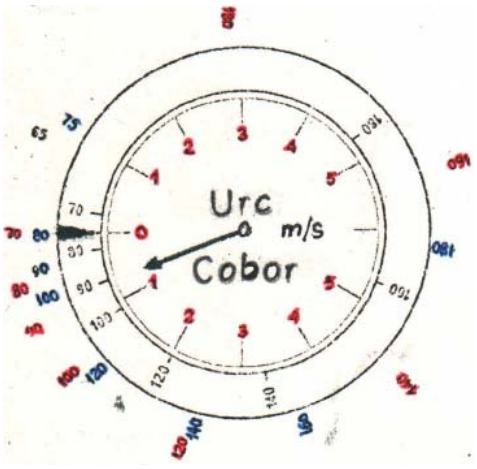



Foto : Inelul McCready

| **Tabela vitezelor optime pentru ascendența presupusă de 0 m/s** | |
|---|---|
| **ASW 19 28 kgf/m²** | |
| **Viteza optimă de salt (km/h)** | **Înfundare (m/s)** |
| 180 | -7,25 |
| 160 | -5,30 |
| 140 | -3,30 |
| 120 | -2,00 |
| 100 | -1,10 |
| 90 | -0,65 |
| 80 | -0,20 |
| 70 | +0,25 |

V=90 km/h corespunde unei mase de aer în repaus. Viteza optimă de 73 km/h rezultă pentru o masă de aer în urcare cu 0,58 m/s. În acest caz planorul zboară fără pierdere de înălțime (şi=0).

Viteza optimă de 68 km/h rezultă pentru o masă de aer în urcare cu 1 m/s, caz în care planorul urcă cu "$S_i$"=0,4 m/s.

Ultimul caz contravine ideii conform căreia construcția grafică urma să se efectueze pentru ascendența presupusă de 0 m/s, dar, după cum vom vedea mai târziu, are o importanță deosebită în zborul delfinat.

Modificarea încărcării pe unitatea de suprafață nu determină doar modificarea polarei vitezelor dar şi a inelului McCready. Graficul anterior ne arată în centru un variometru. Marcajul negru triunghiular este originea inelului. Primul cerc reprezintă inelul cu valori pentru încărcarea alară de 28 kgf/m$^2$, cel următor pentru 36 kgf/m$^2$ iar cel exterior pentru 24 kgf/m$^2$.

## PIERDERI DATORATE ALEGERII GREªITE A VITEZEI DE ZBOR

Aplicând formula generală pentru determinarea vitezei medii de drum (Ecuația I) putem reprezenta grafic pierderea datorată alegerii unei alte viteze decât cea optimă. În figura următoare se dau două exemple de cazuri în care erorile de poziționare a inelului McCready au fost grosolane. În primul caz, pentru ascendența presupusă de 1 m/s ar fi trebuit să se zboare cu 120 km/h.

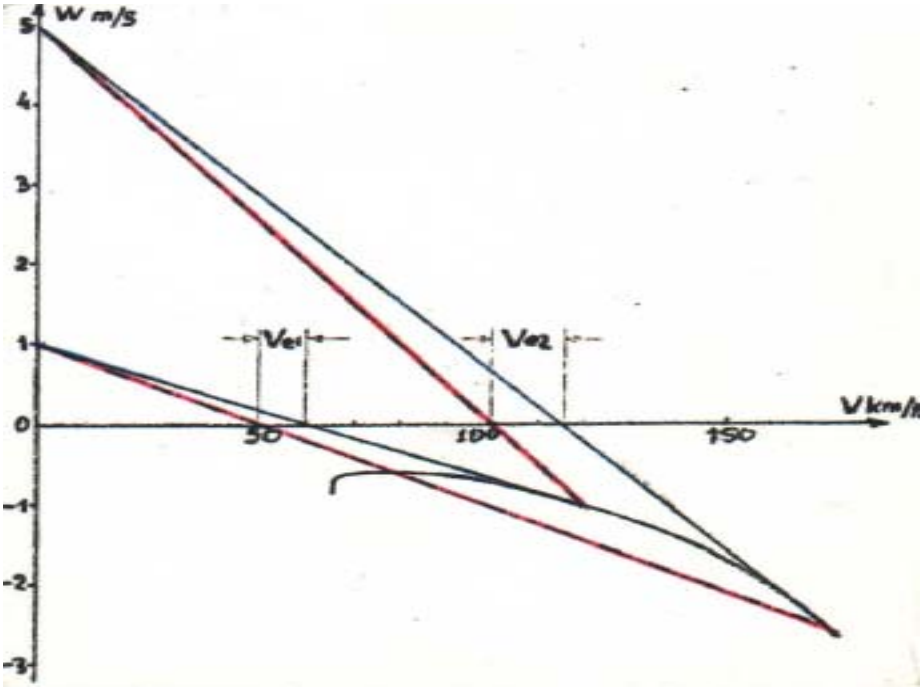



Foto : Pierderi datorate poziționării greşite a inelului McCready

Luând o decizie total neadaptată situației de zbor, pilotul zboară cu viteza de 174 km/h, corespunzătoare unei ascendențe de 5 m/s. Totuşi pierderea de viteză medie de drum $V_{e1}$ este doar de 10 km/h. În al doilea caz, la o ascendență presupusă de 5 m/s ar trebui să se zboare cu 174 km/h dar piotul fiind mult prea prudent zboară cu 120 km/h corespunzător unei ascendențe de 1 m/s. Pierderea la viteza medie de drum $V_{e2}$ este de 15 km/h. Dacă ar fi zburat cu inelul reglat pe o ascendență de 0 m/s ar fi pierdut 37 km/h.

Din cele două exemple extreme putem vedea doar erori foarte grosolane în potrivirea inelului McCready pot duce la pierderi sensibile în ceea ce priveşte viteza medie de drum. Se recomandă totuşi evitarea pe cât posibil a poziționării inelului pe 0 deoarece aceasta duce la pierderi foarte mari.

## TEHNICA "CLASICĂ" DE ZBOR OPTIMAL DIN PUNCT DE VEDERE MATEMATIC

### *DEDUCEREA MATEMATICĂ A FORMULEI PENTRU VITEZA MEDIE DE DRUM*

Mărimi fundamentale:

V = viteza orizontală
$S_i$ = viteza de înfundare a planorului în timpul saltului
$S_t$ = viteza de urcare a planorului în timpul spiralării

Pentru a determina viteza medie de drum vom analiza un segment de traiect compus dintr-un salt și o urcare, la finalul căruia planorul ajunge la înălțimea inițială.

În timpul saltului planorul pierde înălțimea h şi parcurge distanța e. Viteza medie de drum va fi:

(1) $V_{drum} = \frac{e}{t}$ unde t reprezintă timpul total

(2) $t = t_1 + t_2$ unde $t_1$ - timp de planare
$t_2$ - timp de urcare

Pierderea de înălțime:

(3) $-h = t_1 S_i$ unde $S_i$ - viteza totală de înfundare în salt

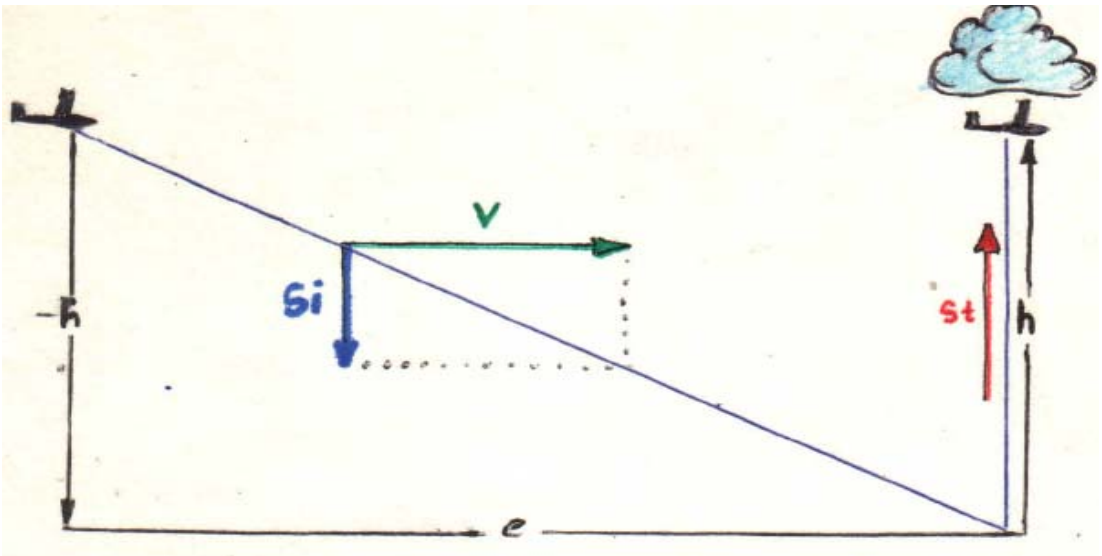



Foto : Model clasic al zborului de distanță.

Câştigul de înălțime în spiralare:

(4) $h = t_2 S_t$ din (3) şi (4) rezultă (4a)

(4a) $t_2 = t_1 \frac{-S_i}{S_t}$

Timpul de planare:

(5) $t_1 = \frac{e}{V}$ din (4) şi (5) rezultă (6)

(6) $t_2 = \frac{e}{V} \frac{-S_i}{S_t}$ din (5) şi (6) rezultă (7)

(7) $t = \frac{e}{V}\left(1 + \frac{-S_i}{S_t}\right)$ din (7) şi (1) rezultă

$$\boxed{V_{drum} = \frac{V\, S_t}{S_t - S_i}}$$

Aceasta relație este valabilă pentru orice viteză de zbor V şi orice viteză de înfundare $S_i$ (compusă din înfundarea proprie $W_s$ şi mişcarea verticală a aerului $W_m$, datorată fenomenelor meteo).
Formula de mai sus poate fi scrisă şi ca egalitate de rapoarte:

$$\frac{V_{drum}}{V} = \frac{S_t}{S_t - S_i} \qquad \textit{Ecuatia I}$$

şi reprezentată grafic, conform teoremei de asemănare a triunghiurilor.

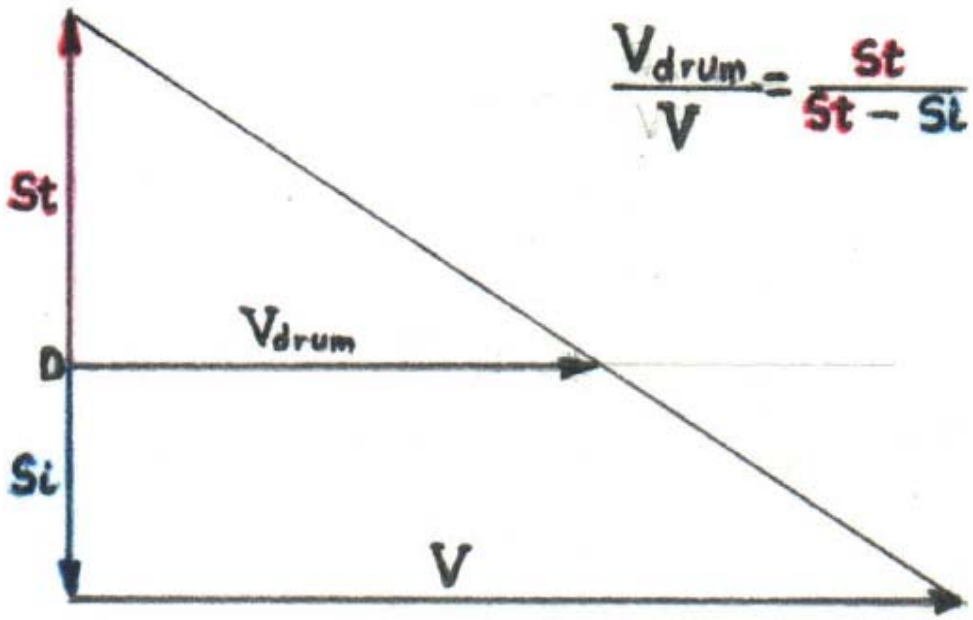



Foto : Viteza medie de drum - reprezentare geometrică

## DEDUCEREA MATEMATICĂ A RELAȚIEI PENTRU VITEZA OPTIMĂ

În continuare vom folosi acelaşi model de distanță pe care l-am utilizat la determinarea vitezei medii de drum.

Timpul total de zbor pe segmentul de traiect este:

(1) $t = t_1 + t_2$ unde $t_1$ = timp de planare
$t_2$ = timp de urcare

sau

(2) $t = \frac{e}{V} + \frac{h}{S_t}$ unde e = distanța de planare
V= viteza de planare
h = diferența de înălțime
$S_t$ = viteza de urcare

Pierderea de înălțime în salt este:

(3) $-h = \frac{W_s + W_m}{V} e$ unde $W_s$ = înfundarea proprie a planorului
$W_m$ = mişcări ale masei de aer

În formula (3) se va ține cont că întotdeauna $W_s < 0$ iar $W_m$ poate fi mai mică sau mai mare decât zero. Reamintim că $W_m + W_s = S_i$ = viteza de înfundare a planorului.

Introducând (3) în (2) rezultă:

$$t = e\left(\frac{-(W_s + W_m)}{V S_t} + \frac{1}{V}\right)$$

Acest timp dorim să-l minimizăm. Deci vom egala cu 0 diferențiala în raport cu V:

$$\frac{dt}{dV} = e\left[\frac{\frac{-dW_s}{dV} V S_t + (W_s + W_m) S_t}{(V S_t)^2} - \frac{1}{V^2}\right] = 0$$

Deoarece e este mai mare decât zero rezultă:

$$\frac{dW_s}{dV} V = (W_s + W_m) - S_t \qquad \textit{Ecuatia II}$$

Aceasta este ecuația pentru viteza optimă pe care se bazează construcția inelului McCready. Membrul drept al relației reprezintă:

$(W_s + W_m) - S_t$ - viteza de înfundare totală a planorului în salt (uzual mai mică decât zero) minus ascendența presupusă. În final, deci, o expresie negativă.

Membrul stâng al relației reprezintă:

$V \frac{dW_s}{dV}$ - viteza de salt înmulțită cu panta polarei vitezelor în punctul corespunzător vitezei V. Deoarece panta polarei în domeniul vitezelor de salt este negativă şi această expresie va fi negativă.

Reprezentând grafic aceasta relație pentru viteza optimă determinată prin calcul vom obține figura clasică a tangentei la polară.

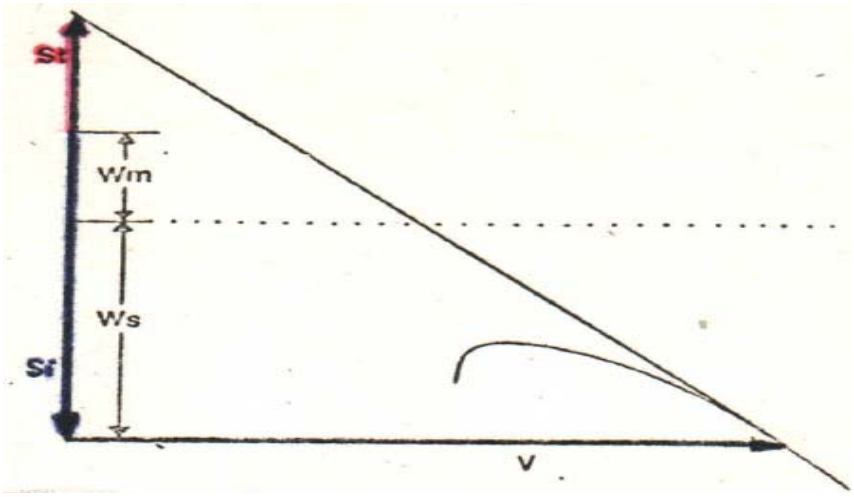



Foto : Reprezentarea grafică a relației pentru viteza optimă.

## ECUAȚIA MATEMATICĂ A POLAREI VITEZELOR

Atât pentru calcule de optimizare cât şi pentru construirea calculatoarelor de bord este necesară exprimarea sub forma unei ecuații a polarei vitezelor.

Polarele de viteză pot fi relativ uşor exprimate sub forma unor ecuații de gradul II de forma:

$$W_s = aV^2 + bV + c \qquad \textit{Ecuatia III}$$

Coeficienții a, b, c se determină prin introducerea a trei perechi de valori (V, W) din polară în ecuația de gradul II rezultând un sistem de trei ecuații cu trei necunoscute:

$$W_1 = aV_1^2 + bV + c$$
$$W_2 = aV_2^2 + bV + c$$
$$W_3 = aV_3^2 + bV + c$$

Pentru ca ecuația să aproximeze cât mai bine polara în domeniul vitezelor de salt, Kauer recomandă următoarea alegere a celor trei puncte:

- primul ($W_1$, $V_1$) în punctul corespunzător fineței maxime ($P_1$)

- al doilea ($W_2$, $V_2$) la mijlocul intervalului între $P_1$ şi $P_3$
- al treilea ($W_3$, $V_3$) în zona vitezei admise ($P_3$)

Rezolvând sistemul de ecuații obținem pentru cei trei coeficienți valorile:

$$a = \frac{(V_2 - V_3)(W_1 - W_3) + (V_3 - V_1)(W_2 - W_3)}{V_1^2 (V_2 - V_3) + V_2^2 (V_3 - V_1) + V_3^2 (V_1 - V_2)}$$

Parabola reprezentată conform ecuației de mai sus pentru planorul ASW 19 ne arată o foarte bună aproximare a polarei vitezelor.

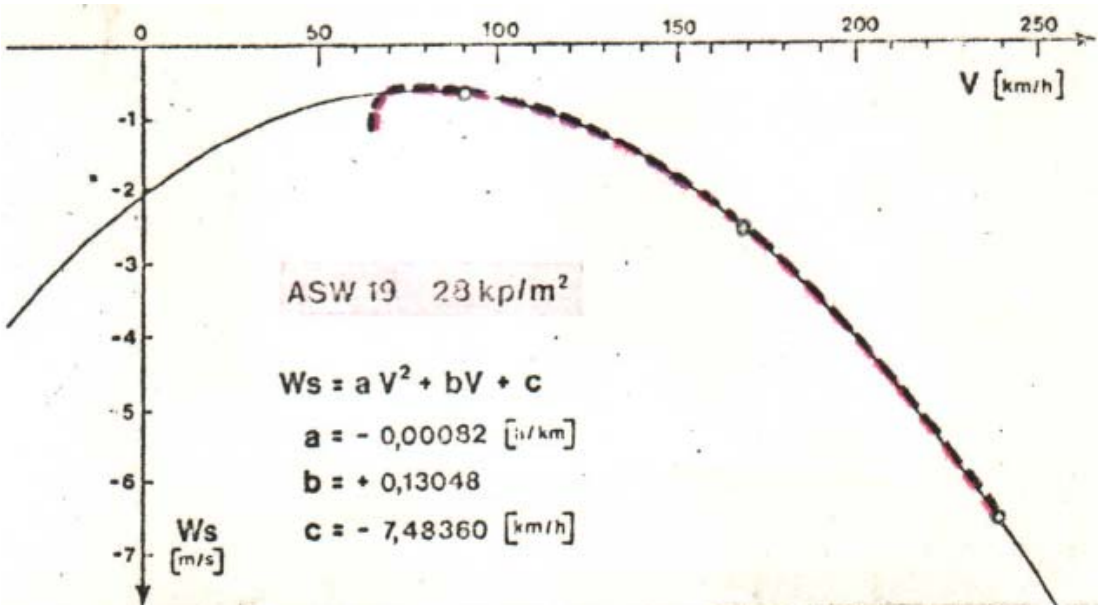



Foto : Polara vitezelor - ecuația de aproximare.

Deoarece planoarele din clasa standard nu folosesc uzual viteze de salt de peste 180 km/h ar fi recomandabil să ne alegem cele trei puncte pe polară astfel:

- $P_1$ corespunzător fineței maxime
- $P_3$ corespunzător vitezei de 180 km/h
- $P_2$ la mijlocul intervalului $P_1$ - $P_3$

Cu această alegere aproximarea va fi şi mai precisă.

## RECALCULAREA ECUAȚIEI DE APROXIMARE A POLAREI PENTRU O ALTĂ ÎNCĂRCARE ALARĂ

La modificarea încărcării planorului fiecare punct al polarei va fi deplasat față de origine în raportul:

$$\frac{\sqrt{incarcare\ actuala}}{\sqrt{incarcare\ initiala}}$$

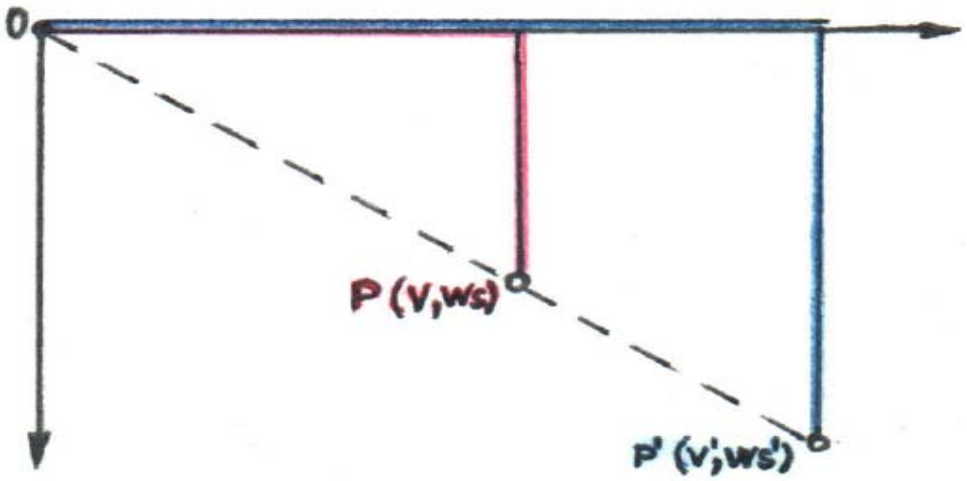



Foto : Deplasarea unui punct al polarei vitezelor la modificarea încărcării pe unitatea de suprafață.

$$\frac{G}{F} = incarcareainitiala \qquad \frac{\frac{\sqrt{G'}}{\sqrt{F'}}}{\frac{\sqrt{G}}{\sqrt{F}}} = \frac{\sqrt{G'}}{\sqrt{G}} = A = raportdedeplasare$$

$$\frac{G'}{F'} = incarcareaactuala$$

Din figura de mai sus rezultă:

$$\frac{\overline{OP'}}{\overline{OP}} = A$$

Folosind asemănarea triunghiurilor rezultă:

$$\frac{V'}{V} = \frac{\overline{OP'}}{\overline{OP}} = A \qquad V = \frac{V'}{A} \qquad (*)$$

Folosind aceeaşi teoremă:

$$\frac{W_s'}{W_s} = \frac{\overline{OP'}}{\overline{OP}} = A \qquad W_s = \frac{W_s'}{A} \qquad (**)$$

Introducând cele două valori (*) şi (**) în ecuația III, de aproximare a polarei, rezultă:

$$\frac{W_s'}{A} = a\left(\frac{V'}{A}\right)^2 + b\frac{V'}{A} + c$$

$$W_s' = \frac{a}{A}V'^2 + bV' + Ac$$

deci noii coeficienți vor fi:

$$a' = \frac{a}{A}$$

$$b' = b$$

$$c' = A\,c$$

Cu aceşti coeficienți se poate determina parabola de ???? a polarei pentru o altă încărcare.

## GRADAREA INELULUI McCREADY

Introducând ecuația de aproximare a polarei (Ecuația III):

$$W_s = a\,V^2 + b\,V + c$$

în ecuația vitezei optime (Ecuația II):

$$\frac{dW_s}{dV} V = \left(W_s + W_m\right) - S_t$$

se pot determina perechile de valori pentru gradarea inelului McCready.

Din ecuația II şi ecuația III rezultă:

$$\left(2\,a\,V + b\right) V = \left(W_s + W_m\right) - S_t \qquad \textit{Ecuatia IV}$$

Membrul drept al expresiei reprezintă indicația variometrului în dreptul căreia se marchează viteza V. Marcajul inițial (originea) pentru inelul McCready rezultă pentru o valoare a ascendenței presupuse de 0 m/s.

$$\textit{Marcaj de origine} = 2\,a\,V^2 + b\,V$$

## DETERMINAREA VITEZEI DE SALT OPTIME

Aceasta se face din ecuația de aproximare a polarei (Ecuația III), ascendența presupusă şi mişcarea (meteorologică) a masei de aer străbătută în salt.

*Ecuatia III*

$$\textit{rezulta}: \quad a\,V^2 = c + W_m - S_t$$

*Ecuatia IV*

deci:

$$V_{optim} = \sqrt{\frac{c + W_m - S_t}{a}} \qquad \textit{Ecuatia V}$$

este viteza optimă de salt.

Deoarece $S_t$ este mai mare decât zero, a mai mic decât zero, c mai mic ca zero, o descendență suplimentară (adică $W_m$ mai mic ca zero) măreşte viteza optimă de drum. Dacă $W_m$

este mai mare ca zero viteza optimă se reduce. Dacă $W_m = S_t$ atunci $V_{optim} = c/a$, ceea ce corespunde vitezei la finețe maximă.
Dacă $W_m = S_t - W_{s\ min}$ (unde $W_s$ are întordeauna valori negative) atunci $V_{optim} = -b/2a$ adică viteza corespunzătoare înfundării minime.

## VITEZA MEDIE DE DRUM OPTIMĂ

Dacă saltul se consideră efectuat în atmosferă staționară ($W_m = 0$), atunci din Ecuația V rezultă:

(*) $$V_{optim} = \sqrt{\frac{c - S_t}{a}}$$

care înlocuită în ecuația de aproximare a polarei (Ecuația III) dă:

$$W_s = 2\,c - S_t + b\sqrt{\frac{c - S_t}{a}}$$

Viteza de drum optimă rezultă din ecuația I:

$$V_{drum} = \frac{V\,S_t}{S_t - S_i} \qquad \textit{Ecuatia I}$$

înlocuindu-se (*) şi (**) în ecuația I şi ținând cont că $W_s =$ şi ($W_m = 0$), rezultă:

$$V_{drum\ optima} = \frac{S_t\sqrt{\frac{c - S_t}{a}}}{2\,S_t - 2\,c - b\sqrt{\frac{c - S_t}{a}}} \qquad \textit{Ecuatia VI}$$

## ZBORUL DELFINAT

Zborul delfinat se referă la segmentul de traiect parcurs în zbor rectiliniu conform teoriei de zbor optimal. La fel ca şi în cazul "clasic" al teoriei zborului de distanță şi aici se pornește de la anumite modele de repartiție şi structură a curenților ascendenți. Deoarece concluziile analizelor efectuate au valabilitate doar pentru modelul studiat, vom considera în continuare un model (Modelul nr. 1 al zborului delfinat) larg răspândit, care rezolvă mai toate problemele de optimizare a zborului. Modelul este susceptibil de completări doar în domeniul zborului nestaționar (perioadele de modificare a vitezei), problemele staționare putându-se considera ca fiind rezolvate.

## MODELUL NR. 1 AL ZBORULUI DELFINAT

Din punct de vedere meteorologic acest model se aseamănă foarte mult cu cel "clasic" al zborului de distanță. Masa de aer în lungul traiectoriei de zbor delfinat este într-o uşoară mişcare verticală. Pe anumite porțiuni restrânse există ascendențe mai puternice. Aceste zone, în comparație cu distanțele dintre ele, sunt atât de înguste încât câştigul de înălțime care se realizează traversându-

le în zbor rectiliniu poate fi neglijat. Modelul caracterizează situațiile tipice ale căilor de nori, unde în porțiuni lungi de ascendențe există zone mici de ascendență puternică. Deoarece căile de nori reprezintă un sistem de mişcare atmosferică relativ stabil, înainte şi după acesta, pe o porțiune destul de întinsă, nu trebuie să ne aşteptăm la ascendențe. De obicei pilotul planorist va ajunge sub calea de nori cu o înălțime mai mică, şi se va preocupa să o părăsească cu înălțime maximă, cât mai aproape de plafon, pentru a putea traversa în siguranța zona de calm care urmează. Traiectoria de zbor pe care pilotul doreşte să o realizeze nu este deci orizontală. Prin urmare trebuie determinate viteze optime care să minimalizeze timpul de zbor pe traiectorii (rectilinii) în panta de urcare.

În cazul ultimului salt traiectoria pentru care optimizăm viteza poate fi în panta de coborâre şi din acest motiv optimizarea (pentru modelul nr. 1) a fost facută grafic şi prin calcul pentru orice pantă a traiectoriei.

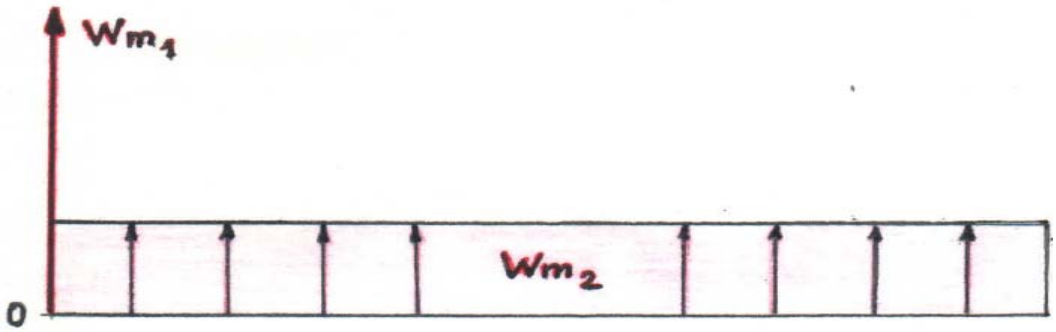



Foto : Condiții meteorologice pentru modelul nr. 1 al zborului delfinat :
$W_{m1}$ - ascendență puternică îngustă; $W_{m2}$ - ascendență generalizată slabă

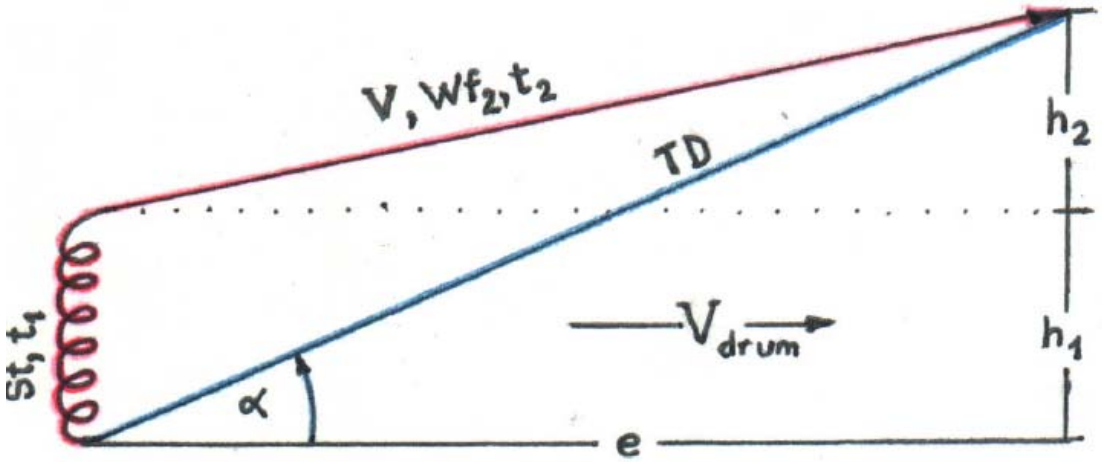



Foto : Traiectoria de zbor în cazul modelului nr. 1 al zborului delfinat. Pantă în urcare.

$S_t = W_{f1}$ = viteza de urcare a planorului în timpul spiralării
$W_{f2}$ = mişcarea verticală a planorului în timpul zborului rectiliniu
$h_1$ = înălțimea câştigată prin spiralare
$t_1$ = timp de spiralare
V = viteza de zbor pe traiectoria rectilinie
$t_2$ = timp de zbor pe traiectoria rectilinie
$h_2$ = înălțime câştigată pe traiectoria rectilinie
e = distanța de zbor
$h_1 + h_2$ = câştig total de înălțime
α = înclinarea pantei de urcare TD

## DETERMINAREA VITEZEI DE DRUM PE TRAIECT ÎN CAZUL GENERAL ŞI A VALORILOR OPTIMALE ALE VITEZEI PE CALE GRAFICĂ

Viteza de drum pe segmentul de traiect considerat se poate determina folosind ecuațiile pentru:

- timpul de spiralare în ascendența puternică

$$t_1 = \frac{h_1}{S_t}$$

- timpul de zbor rectiliniu

$$t_2 = \frac{h_2}{W_{f2}} = \frac{e}{V} \qquad (b)$$

- înclinarea pantei de urcare

$$tg\alpha = \frac{h_1 + h_2}{e} \qquad (c)$$

- viteza de drum

$$V_{drum} = \frac{e}{t_1 + t_2} = \frac{e}{\frac{h_1}{S_t} + \frac{h_2}{W_{f2}}}$$

Exprimând $h_2$ şi $h_1$ din (b) respectiv (c), obținem:

$$V_{drum} = \frac{e}{\frac{e}{S_t}\left(tg\alpha - \frac{W_{f2}}{V}\right) + \frac{e\,W_{f2}}{V\,W_{f2}}}$$

de unde după simplificări:

$$V_{drum} = \frac{V\,S_t}{S_t - W_{f2} + tg\alpha\,V} \qquad \textit{Ecuatia VII}$$

Această ecuație reprezintă o generalizare a ecuației I. Mărimea $W_{f2}$ are acelaşi sens cu $S_i$ din ecuația I. Ambele semnifică suma mişcărilor verticale ale planorului şi masei de aer în timpul saltului. Dacă $\alpha = 0$ atunci V tg $\alpha = 0$ şi ecuația I rezultă ca un caz particular al ecuației VII. Ecuația poate fi reprezentată, analog ecuației I grafic, folosind asemănarea de triunghiuri. Această figură poate fi apoi folosită pentru optimizarea grafică a vitezei medii de drum.

Triunghiurile asemenea au fost trasate cu linie groasă. Celelalte linii sunt ajutătoare şi servesc la exemplificarea modului de suprapunere a graficului peste polara vitezelor (partea interioară a figurii). Prin aceasta se demonstrează că şi în cazul traiectoriilor în pantă, viteza optimă poate fi determinată printr-o construcție cu tangenta la curba polară. Această viteză optimă rezultă din punctul de tangență a unei drepte ce porneşte de la valoarea

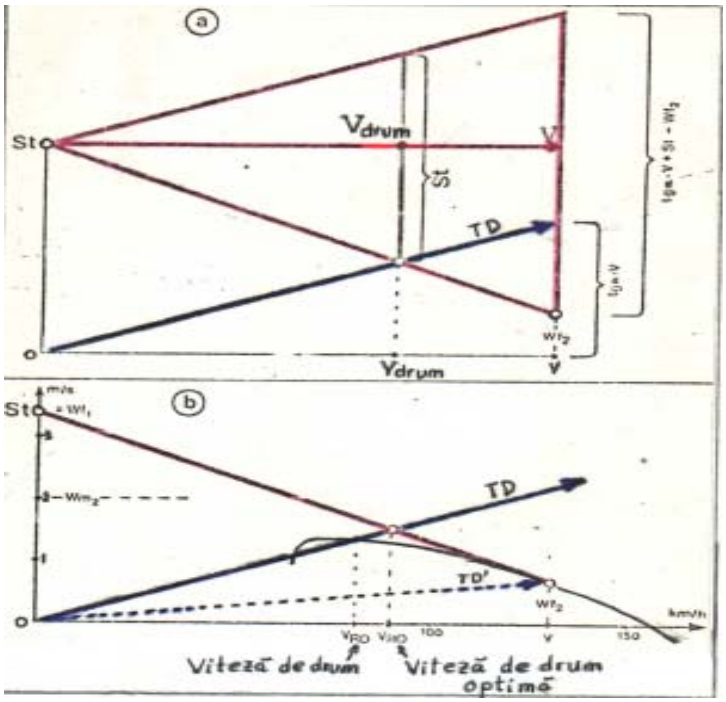



Foto: Viteză de drum pe o traiectorie în pantă de urcare.

## FUNDAMENTARE MATEMATICA

Se poate face si aici demonstrarea prin calcul a valabilitatii constructiei geometrice cu tangenta la polara. Daca diferentiem ecuatia VII dupa V si o egalam cu zero rezulta ecuatia pentru viteza optima de salt:

$$\frac{dW_{s2}}{dV} V = W_{f2} - S_t \quad unde\ W_{f2} = W_{m2} + W_{s2}$$

Aceasta situatie este identica cu ecuatia II deoarece $W_{m2}$ + $W_{s2}$ sint miscari verticale in timpul zborului rectiliniu (si doar $W_{s2}$ este dependenta de V). Prin aceasta s-a demonstrat ca, folosind modelul nr. 1 al zborului delfinat, pentru orice inclinare a pantei traiectoriei, calculul de optimizare da aceleasi viteze optime ca si in cazul teoriei "clasice" a zborului de distanta. Inelul McCready isi pastreaza deci valabilitatea si pentru zborul delfinat. El trebuie reglat pe valoarea ascendentei puternice presupuse $W_{f1} = S_t$. In final rezulta ca optimizarea vitezei de drum pe traiectorii cu inclinari oarecare contine, ca si un caz particular, optimizarea zborului "clasic".

## RAPORTUL DINTRE TIMPUL DE SPIRALARE SI CEL DE ZBOR RECTILINIU

Pentru a obtine o privire de ansamblu asupra rezultatelor optimizarii privind intrebarea : "Cit trebuie sa spiralam in ascendenta ?" raportul dintre timpul de spiralare si cel de zbor rectiliniu prezinta un interes deosebit. Acest raport rezulta:

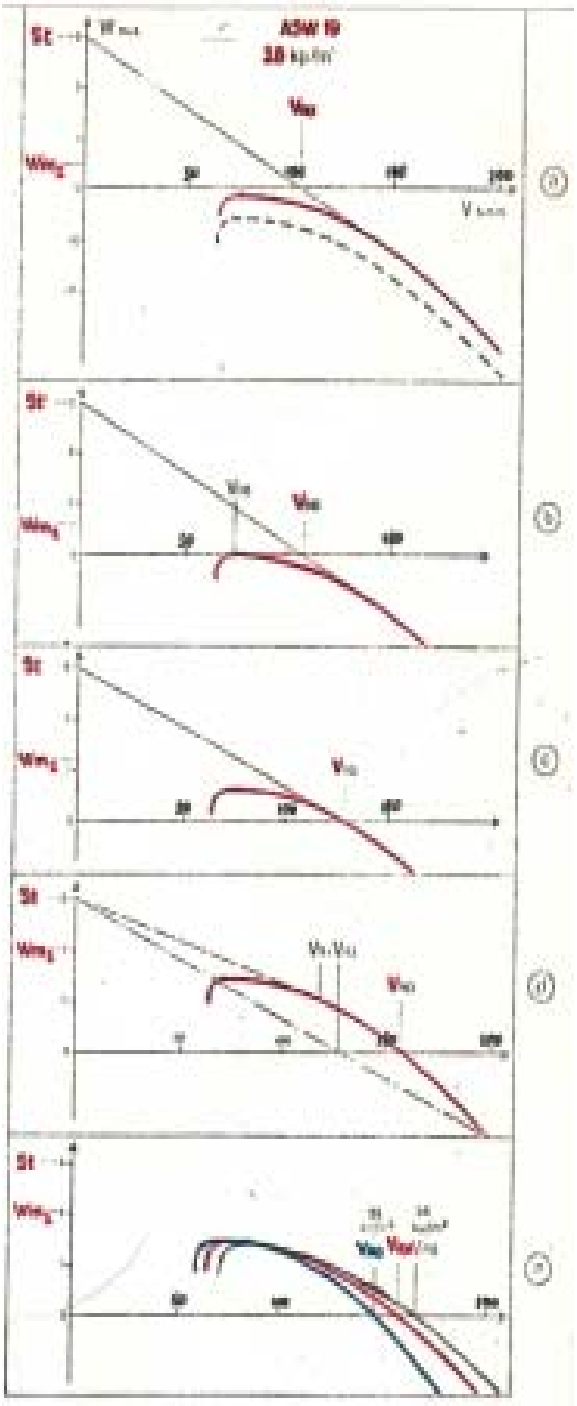
Grafic aceasta inseamna:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{V - V_{drum}}{V_{drum}} \qquad Ecuatia\ VIII$$

Dreapta ce materializeaza traiectoria dorita TD imparte tangenta dusa din punctul corespunzator vitezei de urcare $S_t$ la polara in raportul timpilor partiali.

## *ANALIZA CAZURILOR POSIBILE CONFORM REZOLVARII GRAFICE PENTRU MODELUL NR. 1 AL ZBORULUI DELFINAT*

Hotaritor pentru fiecare caz este pozitia relativa a polarei deplasata cu valoarea $W_{m2}$ fata de linia ce materializeaza traiectoria TD si punctul corespunzator urcarii maxime in spiralare $S_t$. Pentru traiectorii cu pante in urcare sau coborire vom avea cazuri similare traiectoriei orizontale. In figura urmatoare se considera doar traiectoria orizontala. Ascendenta puternica si ingusta este de asa natura incit un planor ce ar exploata-o ar urca cu 3 m/s. Valorile corespunzatoare ascendentelor generalizate $W_{m2}$ difera, ele crescind de la (a) la (d) pentru a cuprinde toare cazurile posibile.



(a) Ascendenta meteorologica generalizata $W_{m2}$ este mai mica, in valoare absoluta, decit infundarea minima a planorului. Aici am considerat un curent ascendent de 0,4 m/s. Polara initiala (reprezentata punctat) s-a deplasat in sus cu valoarea 0,4 m/s si este reprezentata cu linie rosie. Viteza de drum optima (in teoria clasica) $V_{drum\ opt}$ rezulta la intersectia axei vitezelor cu dreapta tangenta la polara dusa din punctul $S_t$ corespunzator valorii urcarii in ascendenta puternica. Nu este posibil un zbor "100% delfinat".

(b) $W_{m2}$ este egal in valoare absoluta cu infundarea minima (0,58 m/s). Viteza optima de drum (clasica) rezulta analog ca si in cazul (a). Un zbor rectiliniu fara pierdere de inaltime este posibil daca se zboara cu viteza $V_{RD}$, care pentru ASW-19 este de 73 km/h. Dar viteza de drum optima (clasica) = $V_{RO}$ este de 108 km/h deci mult mai mare.

(c) $W_{m2}$ are o valoare care tocmai compenseaza infundarea proprie la zborul rectiliniu cu inelul McCready reglat pentru ascendenta puternica $S_t$. Aceasta valoare este de 1,2 m/s. In acest caz, desi inelul McCready este reglat pentru o ascendenta puternica (3 m/s), zborul se efectueaza fara pierdere de inaltime. Spiralarea devine inutila iar situatia de fata, un caz particular al teoriei clasice de zbor delfinat propriu-zis.

(d) $W_{m2}$ are o valoare mai mare decit infundarea proprie a planorului, ce zboara cu inelul McCready reglat pe valoarea $S_t$. Daca in acest caz se zboara dupa indicatia inelului sau a variometrului de salt, rezulta un zbor in urcare cu viteza $V_{R1}$. Daca s-ar zbura cu o viteza foarte mare (aici 200 km/h) atunci am obtine o viteza de drum $V_{R2}$ iar pierderea de inaltime ar trebui compensata prin spiralare in ascendenta puternica de valoare $S_t$. Viteza de drum optima este $V_{drum\ opt} = V_{RO}$ si rezulta ca intersectie a polarei cu dreapta ce materializeaza traiectoria (aici orizontala). Aceasta viteza ar indica-o inelul McCready daca ar fi reglat pentru o valoare mai mare decit $S_t$ (aici 5 m/s).

(e) Influenta incarcarii pe aripa in cazul zborului delfinat propriu-zis. Cu cit creste valoarea incarcarii cu atit creste in general si viteza de drum = $V_{RO}$ in zborul delfinat. In practica de zbor aceasta inseamna ca in cazul cailor de nori o incarcare mai mare este favorabila.

## *MODELUL NR. 2 GENERAL VALABIL, AL ZBORULUI DELFINAT*

Rezultatele de la modelul nr. 1 al zborului delfinat precum si analiza facuta de Anthony Edwards permit elaborarea unui model general valabil care sa cuprinda toate modelele precedente folosite la optimizarea vitezei de drum. Aplicabilitatea inalului, demonstrata matematic pentru modelul nr. 1, va fi extinsa aici la un model la care succesiunea (pe orizontala) a ascendentelor este oarecare si in plus, ascendentele puternice, in care se spiraleaza, pot avea o intensitate variabila cu inaltimea.

## *GENERALIZAREA PAS CU PAS A MODELULUI NR. 1*

Trecind de la (a) (modelul 1) prin etape intermediare pina la (e) (modelul final), se poate demonstra valabilitatea rezultatelor modelului 1 si pentru modelul general valabil. In ultimul model, la care ascendenta variaza in mod continuu, valoarea $S_t$ se defineste ca viteza de urcare a unui planor ce spiraleaza in locul cel mai favorabil. Alta generalizare : - daca urmarind analiza lui A. Edwards, presupunem ca ascendentele $W_{ml}$ variaza cu inaltimea si prezinta un maxim la un anumit nivel, atunci inelul, din motivele aratate, ar trebui reglat nu pe valoarea medie a urcarii ci pe cea finala care la rindul ei trebuie sa fie egala cu cea initiala a urcarii urmatoare. Regula zborului optimal isi pastreaza valabilitatea si pentru zborul delfinat.

Acest ultim model este atit de general incit cuprinde ca si caz particular practic toate modelele de zbor de distanta, publicate in revistele de specialitate in ultimii ani. Si acest model poate fi demonstrat matematic, dar prezentarea sugestiva ce urmeaza duce in mod logic si mai simplu la acelasi rezultat.

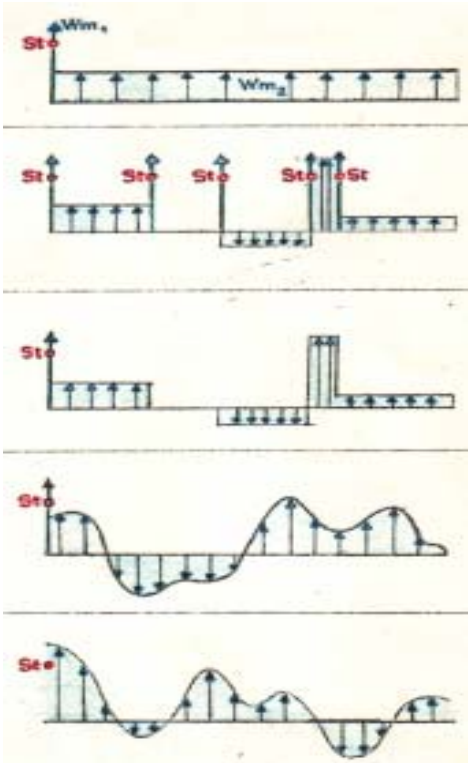


Foto : Generalizarea pas cu pas a modelului nr. 1

## *OPTIMIZAREA VITEZEI, MODELUL NR. 2 AL ZBORULUI DELFINAT*

Conform modelului nr. 2 al zborului delfinat avem urmatoarea regula generalizata pentru zborul optimal:

> Zboara cu reglajul maxim al inelului McCready care iti permite urmarirea traiectului de zbor dorit, fie prin zbor rectiliniu fie prin zbor dupa regula "urcare finala = reglajul inelului pentru salt = urcare initiala in ascendenta urmatoare"

Aceasta regula stabileste ca inelul trebuie reglat pe valoarea urcarii din timpul spiralarii. In general rezulta un zbor de distanta "clasic"la care trebuie spiralat intre portiuni mai lungi sau mai scurte de zbor rectiliniu. Daca fata de traiectul de zbor dorit nu se creeaza o pierdere de inaltime, atunci rezulta un zbor delfinat propriu-zis. Daca, cu reglajul mai sus amintit al inelului, se obtine un cistig de inaltime atunci inelul trebuie rotit spre valori tot mai mari pina cind acest cistig dispare. In figura estye reprezentat un sir de ascendente marcate printr-o linie de nori. Cifrele incercuite reprezinta indicatia unui variometru de energie totala de pe un planor ce zboara optimal. Cifrele neincercuite semnifica valori probabile ale ascendentei situata in afara traiectului optim.

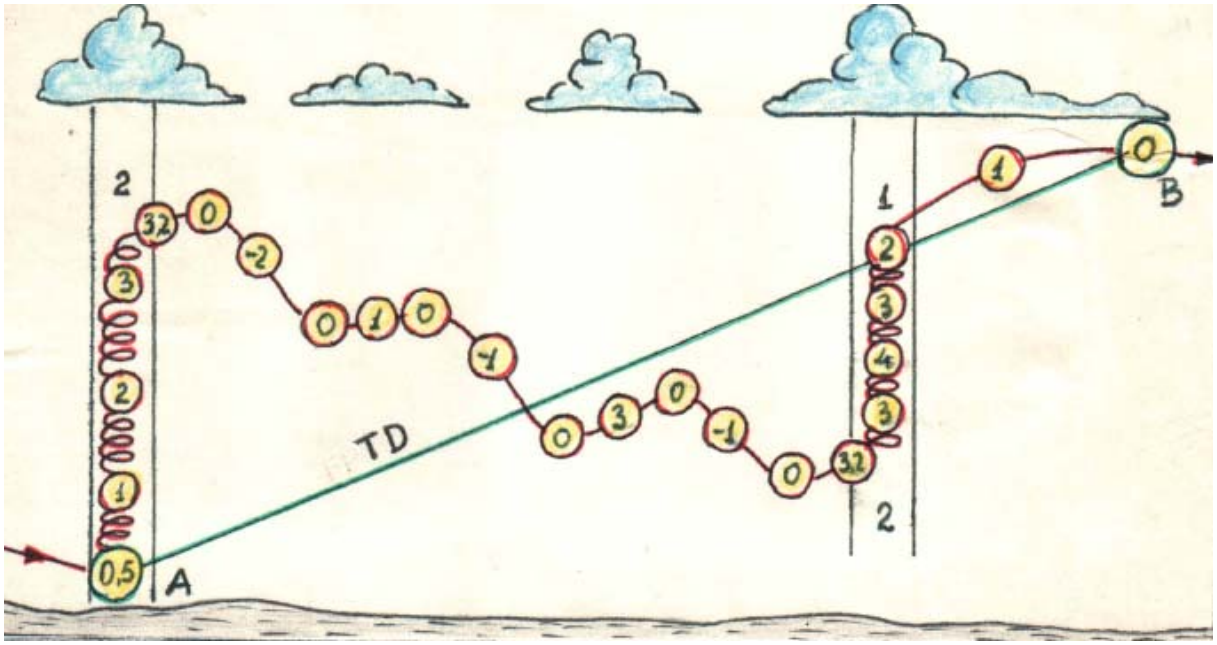



Foto : Exemplul unui zbor optimal din punctul A in punctul B.

Pilotul a ajuns la prima ascendenta dupa un zbor cu inelul reglat pe 0,5 m/s, in punctul A, unde intilneste o urcare initiala de 1,5 m/s. Telul sau este de a parasi calea de nori in punctul B cu inaltime maxima. Traiectul sau de zbor, dreapta A – B, este deci stabilit. Pentru a obtine o viteza medie de drum optima pilotul trebuie sa urce in prima ascendenta pina la inaltimea care sa indeplineasca cerintele regulii de zbor optimal. In timpul spiralarii ascendenta se intensifica, apoi slabeste. Un pilot ce zboara optimal ar parasi ascendenta atunci cind inelul reglat pe valoarea urcarii finale (3 m/s) ar putea ajunge ascendenta urmatoare la o inaltime unde urcarea initiala ar avea aceeasi valoare. La scoaterea din spirala acul variometrului va urca temporar peste 3 m/s, aproximativ la 3,2 m/s, datorita scaderii infundarii proprii. Viteza de zbor in aceasta etapa va trebui sa fie mai mica decit cea corespunzatoare infundarii minime. Urmatoarea ascendenta in care se va spirala se caracterizeaza prin faptul ca acul variometrului urca in zbor rectiliniu peste valoarea

cautata pentru spiralare initiala (care este de 3 m/s). Pilotul paraseste aceasta ascendenta la valoarea finala de 2 m/s care este si valoarea la care se regleaza inelul in punctul final B, conform regulii de zbor optimal.

## SEMNIFICATIA REGULII DE ZBOR OPTIMAL GENERALIZATE

Regula generalizata a zborului optimal este de o importanta hotaritoare in cresterea vitezei medii de drum in zborul de performanta si cel competitional. Aceasta ne da indicatii referitoare nu numai la viteza de zbor optima dar si la ascendentele in care se recomanda sa spiralam si chiar inaltimea pina la care merita sa o exploatam. Prin notiunile de urcare initiala si finala regula obliga pilotul sa tina cont de raza de actiune in calculele sale de optimizare.

Deasemenea, regula generalizata determina si ultimul salt. Ultima ascendenta in care se spiraleaza trebuie exploatata pina la inaltimea de la care, cu inelul reglat pe urcarea finala, se poate ajunge pina la tel.

## INFLUENTA VARIATIEI DE VITEZA (IN TIMPUL ADAPTARII VITEZEI DE ZBOR LA CEA OPTIMA)

Daca miscarea verticala a unei mase de aer este frinata de uin planor care zboara in ea, atunci planorul poate sa-I extraga energie. Acest proces este deosebit de eficient daca pilotul zboara cu factori mari de sarcina in ascendenta. Din punct de vedere pur teoretic planorul ar putea profita si de pe urma descendentei daca ar reusi sa o frineze zburind cu factori de sarcina negativi. Dar aceasta contravine unor considerente aerodinamice.

W. Gorisch a calculat schimbul de energie dintre planor si masa de aer in cazul ipotetic al unui planor ideal ce zboara fara frecare (finete infinita).

$$\frac{dE}{dt} = M\ n\ g\ W_m \qquad (Ecuatia\ IX)$$

$$\frac{dE}{dt} = \text{var}\ iatia\ de\ energie\ in\ unitatea\ de\ timp$$

$M = masa\ planorului$

$n = factor\ de\ sarcina$

$g = acceleratia\ gravitationala$

$W_m = miscarea\ verticala\ a\ aeruluiu$

unde:

In determinarea ecuatiei de mai sus s-a pornit de la ipoteza ca acceleratia gravitationala si miscarea verticala a masei de aer au aceeasi directie. Din acest motiv, de exemplu pentru cazul zborului in spirala, termenul n trebuie inteles ca fiind componenta verticala a factorului de sarcina. S-ar putea formula urmatoarea concluzie practica:

In acsendenta zboara cu factori de sarcina mari, in descendenta cu factori de sarcina mici.

Aceasta indicatie poate fi aplicata in mod avantajos, din motive aerodinamice, mai ales la viteze mari, unde factorii de sarcina mari determina un raport favorabil intre coeficientul de portanta si cel

de rezistenta la inaintare ($C_z/C_x$). Din cauza $C_x$ – ului nefavorabil in domeniul $C_z$ – urilor mici se recomanda evitarea zborului cu factori de sarcina sub 0,5.

## ZBOR OPTIMAL – 3. VITEZA DE URCARE

Problema adaptarii vitezei de zbor pentru a obtine o viteza medie de urcare maxima in ascendenta neuniforma si-a gasit rezolvarea doar in ultimii ani. S-a dovedit ca si in cazul optimizarii vitezei de urcare in zborul rectiliniu inelul Mccready isi pastreaza valabilitatea daca il reglam pe valoarea medie a urcarilor. Dar, pentru ca in timpul saltului dorim mai degraba sa optimizam viteza de drum decit cea ascensionala, ideea de mai sus nu-si prea gaseste acoperire practica, motiv pentru care vom renunta la prezentarea rezolvarii matematice si grafice a acestei optimizari. Insa in ceea ce priveste urcarea in ascendenta neuniforma, rezulta prin analogie niste concluzii de mare insemnatate pentru tehnica spiralarii. Daca la acestea mai adaugam concluziile privind factorii de sarcina din timpul adaptarii vitezei la cea optima vor rezulta niste indicatii pentru zborul in termica neuniforma.

Indicatiile urmatoare trebuie considerate ca recomandari generale privind zborul si centrarea in termica turbulenta. Conditia aplicarii cu succes a indicatiilor (sau a unor variante), este stapinirea perfecta a planorului de catre pilot. Manevrele indicate trebuie exersate doar cind in apropiere nu se afla alt planor.

Spiralarea necirculara duce la cresterea valorii medii a urcarii prin variatia componentei verticale a factorului de sarcina si printr-un bilant mai favorabil al valorilor ascensionale de pe traiectoria urmata.

### INDICATII DE ZBOR PENTRU TERMICA NEUNIFORMA

#### *LA ACCENTUAREA ASCENDENTEI:*

(Cresterea presiunii in scaun, variometrul de energie totala indica cresterea valorii ascensionale, cresterea vitezei) – concomitent se iau urmatoarele masuri:

- cresterea componentei verticale a factorului de sarcina
- reducerea vitezei
- reducerea inclinarii laterale
- reducerea vitezei de rotatie
- cresterea razei traiectoriei

#### *LA DIMINUAREA ASCENDENTEI:*

(Reducerea presiunii in scaun, variometru de energie totala indica scaderea valorii ascensionale, scaderea vitezei) – concomitent se iau urmatoarele masuri:

- reducerea componentei verticale a factorului de sarcina (dar nu sub 0,5
- cresterea vitezei
- cresterea inclinarii laterale
- cresterea vitezei de rotatie
- reducerea traiectoriei

In timpul manevrelor de pilotaj:

- Sa urmarim executarea unui zbor “curat” (fara derapaje)
- Sa evitam zborul in zona extrema stinga a polarei – zbor parasutat (la factori de sarcina sub 1 se poate zbura sub $V_{min}$ fara pericolul zborului parasuta)

Miscarile pentru cresterea si scaderea inclinarii laterale trebuie sa fie hotarite:

- Cu cit termica este mai uniforma
- Cu cit curbura polarei in domeniul infundarii minime este mai mica
- Cu cit pilotul are o experienta mai mare pe tipul respectiv de planor.

## SPIRALARE SI SALT CU BALAST DE APA

### *FORTELE IN VIRAJ*

In timpul zborului pe traiectorii circulare din cauza fortei centrifuge apare o incarcare mai mare a suprafetelor portante decit in zborul rectiliniu uniform. Forta centrifuga depinde de raza de viraj si de viteza planorului. Ea creste cu cit raza este mai mica si viteza mai mare. Forta centrifuga $F_c$ orientata orizontal spre exteriorul virajului si greutatea G, orientata vertical si indreptata in jos, dau o rezultatnta oblica R.

In zborul circular uniform aceasta rezultanta trebuie sa fie echilibrata de portanta P. Pentru realizarea acestei conditii inclinarea laterala trebuie sa creasca pina cind planul aripilor ajunge perpendicular pe directia rezultantei R. Deci inclinarea laterala este indirect o masura a fortei centrifuge ce apare, deci si a acceleratiei la care este supus planorul. Pentru a echilibra rezultanta R trebuie sa se creeze, fata de situatia zborului rectiliniu, un plus de portanta. Aceasta implica si o crestere a rezistentei la inaintare care duce la un surplus de infundare. Deci pentru zborul in spirala viteza de zbor normala se afla in alta relatie cu infundarea decit ar indica-o polara vitezelor si prin urmare trebuie recalculate polare speciale.

### *POLARA INCLINARII*

O aeronava poate executa un zbor circular si uniform cu o anumita inclinare laterala (de exemplu $45^o$) si respectiv un anumit factor de sarcina (pentru $45^o$ n = 1,4), in diverse moduri: fie prin spiralare strinsa cu viteza mica, fie spiralind pe o raza mai mare cu viteza mare.

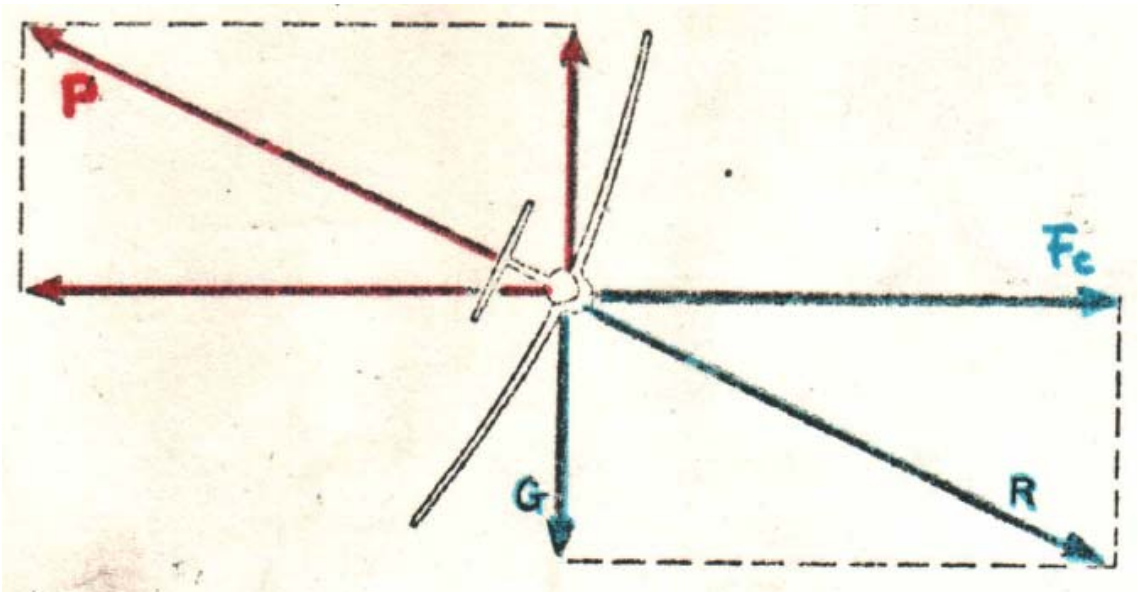



Foto : Forte in viraj :

$F_c$ – forta centrifuga ; G – greutate; R – rezultanta G si $F_c$ ; P – portanta corespunzatoare lui R

Daca reprezentam infundarea aeronavei pentru diverse raze de spiralare obtinem urmatorul grafic:

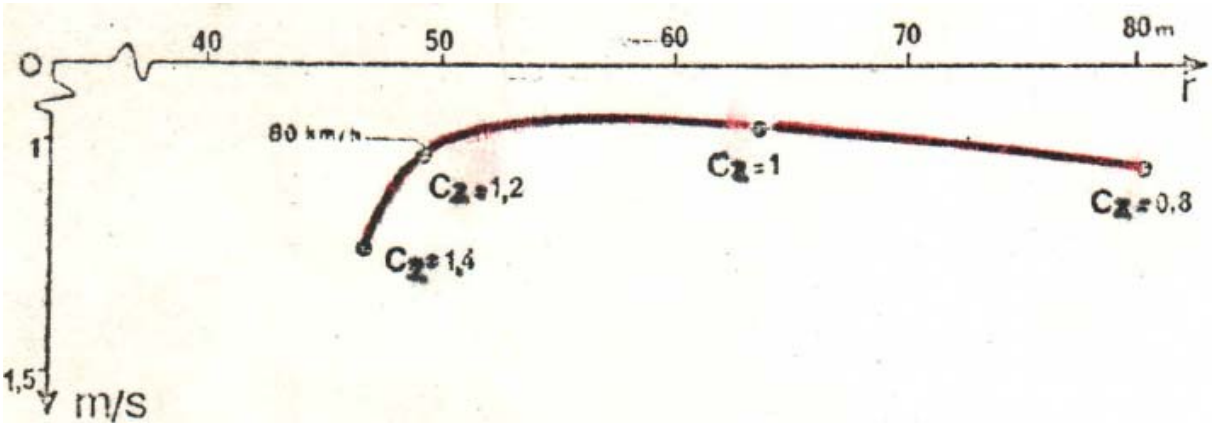



Foto : Polara de 45$^o$ a planorului ASW-19 (incarcare de 28 kgf/m$^2$)

La raze mici se zboara cu valori $C_z$ mari pina cind se atinge $C_{z\,max}$ (aici 47 m). Vitezele de infundare rezultate sint mai mari decit in zbor rectiliniu.

***POLARA DE VIRAJ***

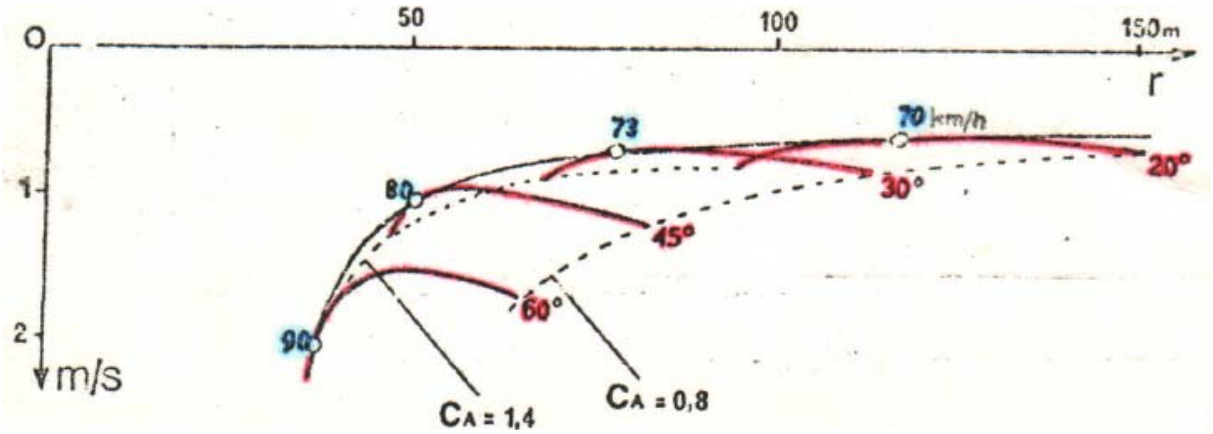



Foto : Polara de viraj pentru ASW-19 (incarcare 28 kgf/m$^2$)

Construind polare pentru mai multe inclinari laterale si trasind o curba infasuratoare pentru acestea obtinem o asa-numita polara de viraj din care putem determina infundarea, inclinarea laterala si viteza corespunzatoare oricarei raze posibile de spiralare. Deci polara de viraj reprezinta o curba de optim pentru zborul curbiliniu. Din exemplul nostru rezulta clar ca spirale mai strinse necesita atit viteze cit si valori $C_z$ (deci incidente) mai mari.

**INFLUENTA BALASTULUI**

Daca in zborul rectiliniu un surplus de greutate aduce dezavantaje doar la viteze mici, oferindu-ne avantaje la viteze mari, in cazul zborului in spirala acest surplus determina dezavantaje majore. Pentru raze mari de viraj pierderile sint inca mici dar cu scaderea razei pierderile cresc rapid. Cu cit aeronava este mai grea, cxu atit se atige mai repede $C_{z\,max}$ la scaderea razei. Spiralarea

mai strinsa devine atunci practic imposibila. Aceasta tendinta este observabila in diagrama anterioara.

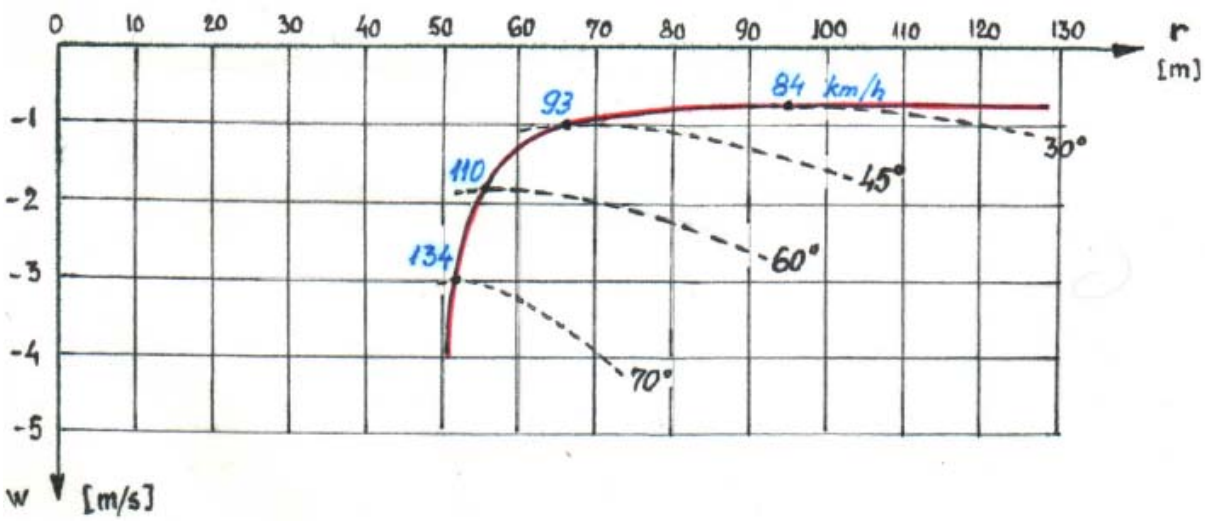
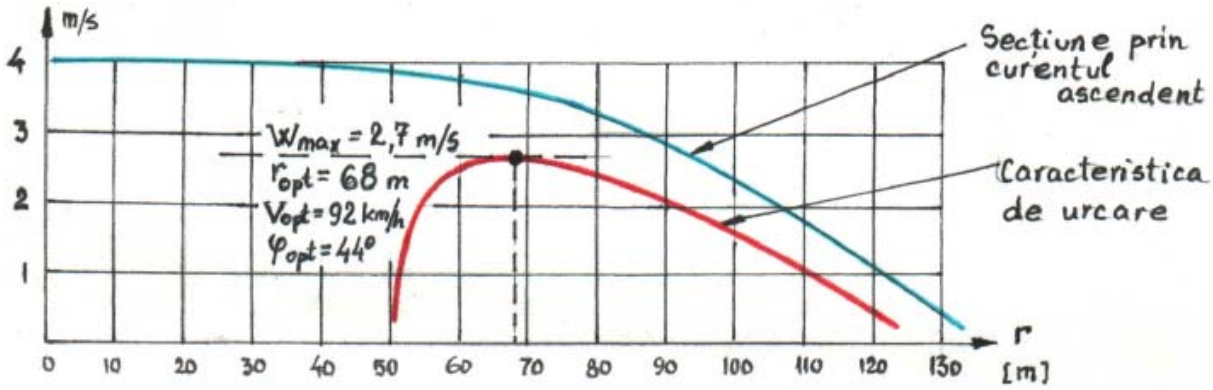



Foto : (N. t.) – Polara de viraj pentru IS 29 D2

In cazul unei termici avind o distributie a vitezelor ascensionale in functie de diametru, ca in figura de mai jos, rezulta urmatoarea "caracteristica de urcare" pentru planorul IS 29 D2:




Din aceasta figura rezulta urmatoarele date pentru spiralarea optima (pentru distributia data a termicii):

| | | | |
|---|---|---|---|
| Inclinare laterala | : | | = 44$^o$ |
| Viteza | : | V | = 92 km/h |
| Raza | : | r | = 69 m |

**REPARTIZAREA ASCENDENTEI IN TERMICA – URCAREA - SALTUL**

Daca am cunoaste repartizarea ascendentei intr-o sectiune a termicii, atunci am putea scadea curba de infundare proprie a planorului din curba reprezentind valorile ascendentei intr-o sectiune orizontala (adunind algebric ordonatele punctelor din grafice) obtinind astfel urcarea neta optima precum si inclinarea laterala si raza de spiralare corespunzatoare. Din pacate (sau din fericire?) in realitate ascendentele nu au o structura atit de simpla, nu sint circulare si curba de repartizare a ascendentei in sectiune nu are intotdeauna acelasi profil. Totusi proiectantii de planoare pornesc rareori de la termici "standard" pentru a calcula vitezele de drum functie de urcarea realizabila in

termici de diverse tipuri. Desigur, aceasta reprezinta o simplificare destul de brutala a realitatii, dar argumentul care se aduce este ca de la ceva tot trebuie sa se porneasca.

In functie de cit de reale au fost presupunerile au realizat apoi planoare care aveau caracteristici foarte bune de urcare in termica slaba dar prezentau dezavantaje in salt sau invers. Rolul destul de greu al constructorului este de gasi calea de mijloc.

Desi este discutabila insemnatatea practica a valorilor ce rezulta din insumarea curbei ascendentei cu cea a infundarii proprii, totusi graficul urmator ne poate exemplifica principiul dupa care se detrmina performantele de urcare in termica a planoarelor.

Consideram trei tipuri de ascendente:

1 - Termica puternica,
2 - Termica larga
3 - Termica slaba

In care spiraleaza trei planoare ASW-19 cu urmatoarele incarcari alare:

(a) = 24 kgf/$m^2$
(b) = 28 kgf/$m^2$
(c) = 36 kgf/$m^2$

Vom determina incarcarea optima si vitezele medii de drum ce potfi realizate, conform teoriei clasice a zborului.

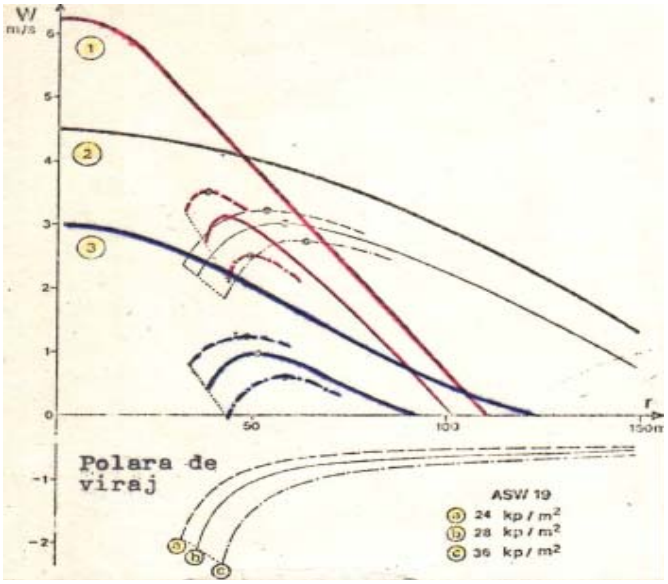



Foto : Repartitia ascendentei in termica. Curbe de urcare neta in spiralare

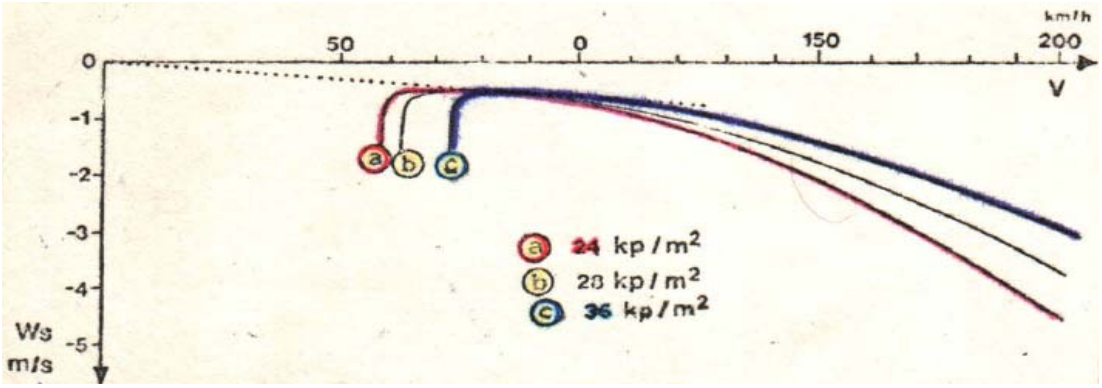



Foto : Polara de viteza pentru zborul rectiliniu.

Punctele marcate pe curbele ce reprezinta insumarea fiecarei ascendente cu fiecare polara de viraj indica urcarea maxima ce poate fi atinsa. Daca pornim de la aceste valori pentru vitezele de urcare si ducem tangente la polarele de zbor orizontal corespunzatoare (graficul de jos) atunci vom obtine, la intersectia cu axa vitezelor, vitezele medii de drum, conform metodei mai inainte prezentate.

In cazurile noastre rezulta:

| | (a) G/F = 24 | (b) G/F = 28 | (c) G/F = 36 |
|---|---|---|---|
| 1 – termica puternica | 95 km/h | 98 km/h | 95 km/h |
| 2 – termica larga | 93 km/h | 94 km/h | 100 km/h |
| 3 – termica slaba | 65 km/h | 58 km/h | 50 km/h |

La analiza rezultatelor reiese ca termica a fost aleasa si relativ puternica rezultind aceleasi urcari nete ca in termica puternica, in jur de 3 m/s. De asemenea reiese ca termica puternica dezavantajeaza planorul cel mai greu (c), facind sa nu fie cel mai rapid.

Acesta urca atit de slab incit nu obtine o viteza medie mai mare ca planorul usor (a) care urca mai bine in termica ingusta dar pierde in salt. Planorul cu incarcare medie (b) ofera, dupa cum se vede, cel mai bun compromis. Termica larga favorizeaza planorulcel mai greu, mai ales ca este puternica. Termica slaba a fost aleasa si relativ ingusta generind astfel diferente marcante intre urcari . Planorul greu (c) urca cu 0,6 m/s, deci cu jumatate din viteza de urcare a planorului (a).

Corespunzator rezulta si diferente mari in viteza de drum.

Chiar daca aceste exemple nu s-au nimerit sa fie cele mai tipice, totusi subliniaza clar un lucru :

Pentru a alege incarcarea optima (cantitatea de balast de apa) nu ajunge a se tine cont doar de urcarile realizate, ci un rol important il are diametrul ascendentei. Daca suntem constrinsi sa spiralam foarte inclinat balastul de apa ne produce pierderi in urcare mai mari decit in cazul spiralarii cu inclinare mica. Deci in decizia de a zbura cu sau fara apa trebuie sa tinem cont de intensitatea si diametrul termicii precum si de repartitia in sectiune orizontala a ascendentei.

O indicatie practica pentru zborul competitional ar fi sa pastram balastul de apa pina cind observam ca urcam mai slab decit ceilalti concurenti. In cazul in care observam dezavantaje in urcare fata de ceilalti concurenti este recomandabil sa largam partial sau total apa. Este de la sine inteles ca apa o vom larga doar in salt, cind suntem convinsi ca nu deranjam in mod nesportiv alti concurenti.

## SALTUL FINAL

### DETERMINAREA VALORILOR DE CALCUL

In scopul realizarii unui abac pentru ultimul salt, de orice tip ar fi, avem nevoie de finetea fata de sol a planorului pentru diverse reglaje ale inelului McCready si diverse componenete ale vitezei vintului. Facem ipoteza ca ascendentele si descendentele se compenseaza reciproc pe parcursul saltului si extragem valorile pentru viteza optima si infundarea proprie din polarele pentru atmosfera calma. Polara ce o folosim in acest scop trebuie sa fie una realista si calculata pentru incarcarea si inaltimea la care zburam uzual. Valorile de calcul le obtinem aplicind constructia cu tangenta la polara. Diversele valori ale finetei fata de sol le trecem intr-un tabel in care putem cuprinde si inaltimea optima pentru strabaterea unei anumite distante (aici 25 km.).

Se intocmeste un tabel (pag. urmatoare) si se completeaza mai intii partea stinga cu valori extrase din polara vitezelor.

Se completeaza rubricile “1:3,6 $S_i$” si “90000 $S_i$” care ne vor usura calculele urmatoare. Pornind de la valorile V se completeaza rubricile $V_g$. In continuare se pot determina si celelate

valori folosind un calculator de buzunar. Functie de abacul ce dorim sa il construim, calculam si completam cu valorile $E_g$ sau $h_{25}$.

Tabela pentru saltul final.

$$E_g = \frac{V + W_k}{S_t\ 3{,}6} \qquad h_{25} = \frac{25000}{E_g}\ \frac{90000\, S_i}{V + W_k}$$

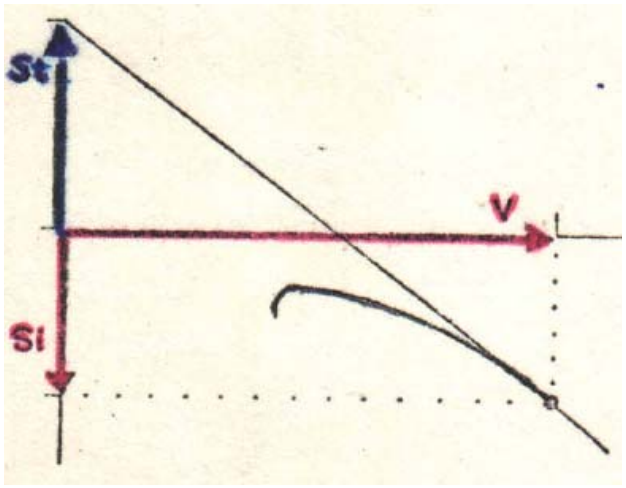



Foto : Saltul final

$S_t$ = ascendenta (m/s)
$E_g$ = finetea fata de sol
V = viteza de salt (km/h)
$V_g$ = viteza fata de sol (km/h)
$W_k$ = componenta vintului (km/h)
$S_i$ = descendenta (m/s)
$H_{25}$ = inaltimea de salt pentru 25 km (m)

Foto : Tabela pentru saltul final

## CONSTRUIREA ABACULUI STOCKER[4]

Pentru construirea abacului Stocker (calculator de salt final) avem nevoie de un disc de baza dintr-un material oarecare de diametru 22 cm pe a carui parte exterioara marcam pe ambele fete, punctele cardinale.

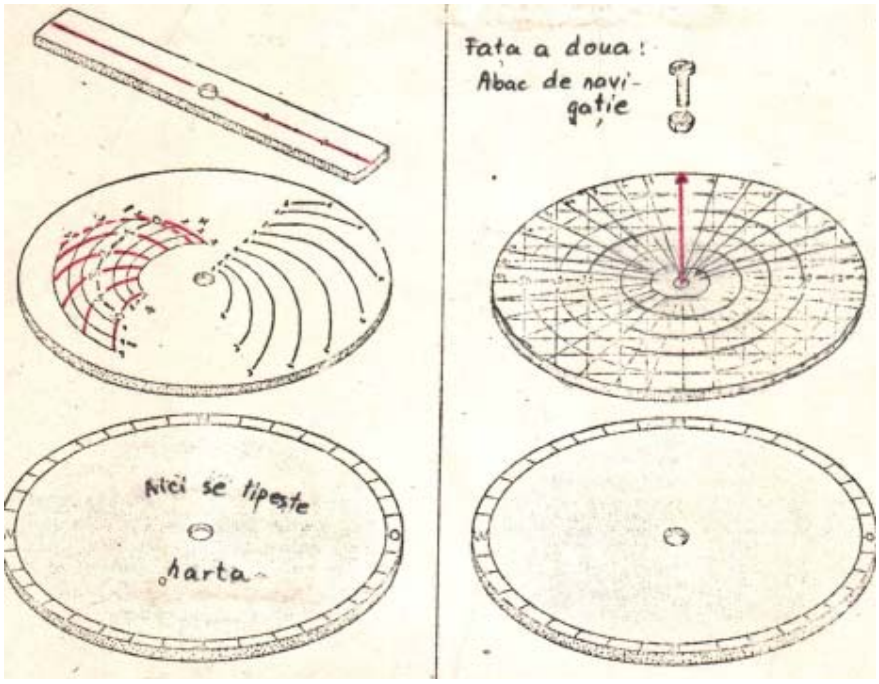



Foto : Abacul Stocker

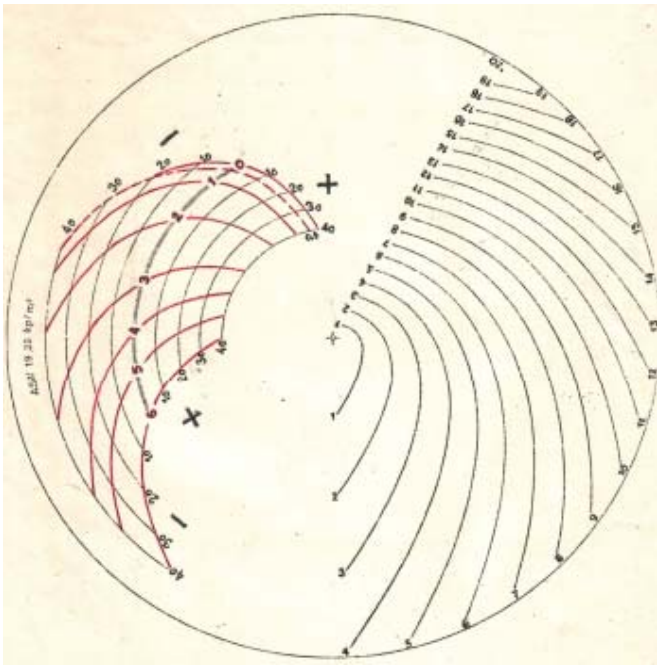


Foto : Fata pentru calcule a abacului Stocker.

In continuare executam un disc din plexiglas de diametru 21 cm pe care marcam prin zgiriere, spiralele conform figurii de la pagina ??? pe care apoi le coloram. Spiralele sint astfel ordonate incit determina pe orice raza segmente de lungime egala.

[4] Similar abacului Makula, utilizat la noi in tara (n.t.)

Cifrele reprezinta inaltimi exprimate in 100 m, deci 12 reprezinta 1200 m. Discului ii atasam un indicator pe care marcam (pe una din laturi) puncte din 2 in 2 cm. Distanta dintre aceste puncte corespunde la cite 5 km. Punctul cel mai din exterior corespunde deci la o distanta de 25 km pina la tel.

Marcajul opus spiralelor difera de la planor la planor. Din acest motiv nu-l vom marca direct pe disc ci pe o hirtie pe care o vom lipi ulterior sub discul de plexiglas (avind astfel posibilitatea sa refolosim abacul pentru alt planor). Componentele vintului sint trecute pe cercuri concentrice iar valorile ascendentei si descendentei se scot din tabela anterior completata pentru saltul final. Aceasta se face in modul urmator:

Pentru fiecare urcare $S_t$ din ultima ascendenta se determina inaltimea $h_{25}$ , scoasa din tabel, pentru fiecare componenta a vintului. Indicatorul il rotim in asa fel incit marcajul corespunzator distantei de 25 km sa cada pe spirala ce marcheaza inaltimea $h_{25}$. Pe latura opusa indicatorului, pe cercul corespunzator componentei de vint se trece valoarea ascendentei. Pe discul de baza lipim o harta 1:250000 cu aerodromul de sosire in centru, orientata dupa punctele cardinale.

Pe partea din spate a abacului avem desenat un caroiaj care ajuta la determinarea componentei logitudinale a vintului precum si a unghiului de contraderiva, asa cum s-a aratat in prima parte a cartii. Pe o hirtie milimetrica se traseaza raze si cercuri conform conform schitei de la pagina ??? , si se decupeaza apoi un disc cu diametrul de 20 cm. Acesta il lipim sub alt disc din plexiglas cu diametrul de 21 cm pe care il fixam apoi mobil pe discul de baza.

## *INDICATII DE FOLOSIRE A ABACULUI*

I. Cunoscute: pozitia, viteza ascensionala, componenta longitudinala a vintului.
Necunoscute:
   a) – distanta la tel,
   b) – capul spre tel,
   c) – inaltimea optima pentru saltul final,
   d) – finete fata de sol

1 – Rotim linia indicatoare pina cind se suprapune peste punctul corespunzator ascendentei si componentei vintului din caroiajul construit pentru planorul nostru,
2 – Discul din plexiglas, impreuna cu linia le rotim pina cind pozitia de pe harta ajunge pe axul indicatorului in partea opusa caroiajului de la punctul 1.
   a) – Distanta pina la tel se poate citi dupa marcajul indicatorului,
   b) – Capul spre tel il arata axul indicatorului pe exteriorul discului de baza,
   c) – Inaltimea optima pentru saltul final se poate citi pe spirala ce trece peste punctul care marcheaza pozitia noastra pe harta,
   d) – Finetea fata de sol o obtinem pe axa indicatorului de marcaj de distanta la intersectia cu spirala de 1000 m (notata deci 10).

II. Cunoscute : pozitia, componenta vintului, inaltimea.
Necunoscute: Reglarea optima a inelului McCready.

1. – Se roteste discul transparent pina cind spirala ce corespunde inaltimii ce o avem ajunge peste pozitia noastra de pe harta,
2. – Axa indicatorului se aduce deasemenea peste acest punct.

Valoarea optima pentru reglarea inelului McCready o putem citi la intersectia dintre axa indicatorului si cercul corespunzator componentei vintului.

III. Puncte aflate la o distanta mai mare de 25 km de tel necesita fie o harta de 1:500000 (caz in care inaltimile citite pe spirala se dubleaza) fie calculam distanta pe harta normala de navigatie. Avantajul abacului este ca de la o distanta mai mica de 25 km de tel nu mai avem

nevoie de harta de navigatie, putindu-ne concentra asupra altor activitati. Odata reglata corect, inaltimea optima pentru saltul final poate fi permanent urmarita si controlata fara sa fie nevoie de o noua reglare a abacului.

## INSTALATIA DE OXIGEN TIP SPRAGUE

Ansmblul instalatiei de oxigen montata pe planorul IS 28 B2 cuprinde:

- 2 regulatoare de oxigen de tip 2874 A1 (Pioneer – SUA)
- 2 suporturi pentru regulatoare
- 2 butelii de inalta presiune de 630 l oxigen
- 2 masti tip 249 – 01 Sierra cu microfon incorporat
- 2 butoane de emisie incorporate in mansa pentru posturile de pilotaj
- 2 ventile de umplere
- un comutator INV pentru postul de pilotaj fata
- racordul de sarniere a celor 2 butelii

Foto : Instalatia de oxigen

1. Comutator INV
2. Manometru
3. Ind. Curgere
4. Comutator debit oxigen
5. Comutator presiune de siguranta
6. Masca
7. Cablu microfon
8. Microfon
9. Ventil masca
10. Tub flexibil de legatura masca

### *CARACTERISTICI TEHNICE*

- Presiune nominala de lucru: 1800 psi (127 atm)
- Presiune maxima admisa: 2000 psi (141 atm)
- Presiune minima de lucru: 60 psi (4 atm)
- Capacitatea instalatiei: 640 litri oxigen medicinal pentru un post de pilotaj
- Capacitatea de oxigen utilizabila 520 litrii (nu se admite descarcarea buteliilor sub 300 psi (21 atm) decit in cazuri de urgenta)

- Altitudine de utilizare 10000 m in timp nelimitat. Peste aceasta altitudine cu comutatorul "PRESIUNE DE SIGURANTA" (Safety presure) cuplat timp limitat 20 minute (15000 m)
- Domeniul temperaturilor de utilizare: - 55$^{o}$C - + 70$^{o}$C
- Greutatea instalatiei: 20 kg

***PRINCIPIUL DE FUNCTIONARE***

Instalatia de oxigen montata este de tip plamin artificial, cu debit intermitent, asigurind un amestec de aer si oxigen in functie de inaltime. La inaltimea de 8000 m supapa de intrere a aerului atmosferic este inchisa de o capsula aneroida si regulatorul debiteaza oxigen 100%. Cu cresterea inaltimii creste si presiunea debitului de oxigen.

In cazuri de urgenta, regulatorul poate fi pus in regim 100% la orice inaltime.

***EXPLOATAREA IN ZBOR***

- De la decolare se pleaca cu robinetele buteliilor complet deschise
- In cazul in care se zboara la inaltime mai mare de 3600 m mai mult de 30 min. este obligatorie purtarea mastii pe fata
- In cazul in care se zboara cu masca scoasa, pentru postul fata se pune comutatorul INV pe pozitia "NORMAL" si se foloseste microfonul git de lebada, iar pentru postul spate, microfonul din masca
- Respiratia cu masca pe fata trebuie sa fie ritmica si regulata, in caz contrar regulatorul nu livreaza amestec corespunzator.
- In timpul zborului se vor urmari:
  - Functionarea indicatorului de curgere in ritm cu respiratia
  - Presiunea din butelii care nu trebuie sa scada sub 300 psi (21 atm) (zona alba de pe manometru)
  - In cazul in care regulatorul nu mai livreaza oxigen sau creste rezistenta de respiratie, comutatorul "Presiune de siguranta" se pune pe pozitia "cuplat". In acest caz plaminul artificial nu mai functioneaza, regulatorul va livra amestec de aer cu oxigen sau oxigen pur (in functie de inaltime) sub presiune.

***ZBORUL IN SIMPLA COMANDA***

In cazul in care se zboara in simpla comanda, pentru ca pilotul sa poata folosi oxigenul din ambele butelii, se va monta la sol intre cele doua ventile de umplere, racordul de suntare din completul instalatiei. La montare acesta se degreseaza cu alcool si se etanseaza cu banda de teflon.

***NORME DE SECURITATE PRIVIND FOLOSIREA INSTALATIEI DE OXIGEN***

Se interzice stergerea sau curatarea ventilelor cu cilti, bumbac sau alte materiale fibroase care pot contine grasimi.

Inainte de inceperea misiunii de zbor, pilotul se va sterge pe fata si pe miini cu alcool, aceasta in vederea folosirii instalatiei in securitate.

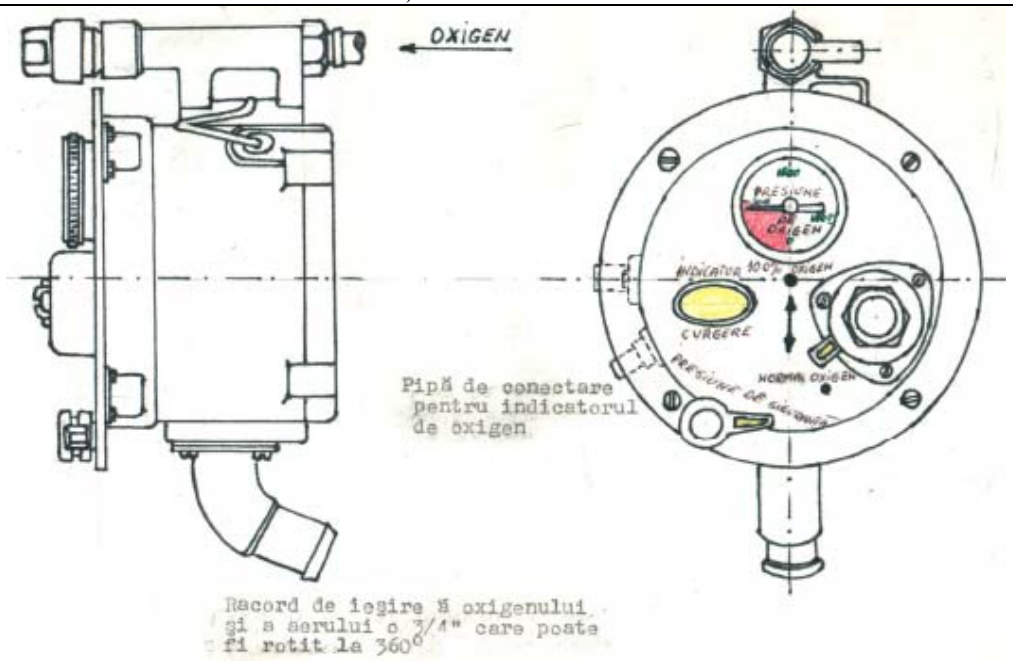

OXIGEN
Pipă de conectare pentru indicatorul de oxigen
Racord de iegire a oxigenului gi a aerului o 3/4" care poate fi rotit la 360°

Foto : Regulatorul de oxigen tip 2874 A1 (PIONEER – SUA)

**INSTALATIA DE OXIGEN KP – 23 pentru parasuta de salvare**

Aparatul de oxigen de parasuta KP – 23 serveste pentru aprovizionarea cu oxigen a omului, in cazul executarii unui salt cu parasuta de la o inaltime pina la 13000 m sau in cazul deteriorarii aparatului stationar la altitudine, pentru coborirea la altitudinea nepericuloasa (4000 m). Acest aparat face parte din grupul aparatelor cu debitarea continua a oxigenului.

Completul aparatului cuprinde: aparatul de oxigen propriuzis, tubul gofrat cu lacatul, cupla cu lant si un tub gofrat suplimentar.

Bateria de butelii se compune din 12 butelii mici, legate in serie cu capacitatea totala de 0,825 litrii, avind presiunea de 150 kgf/cm$^2$. Aparatul reprezinta o cutie plata de duraluminiu cu greutatea de 5 kg.

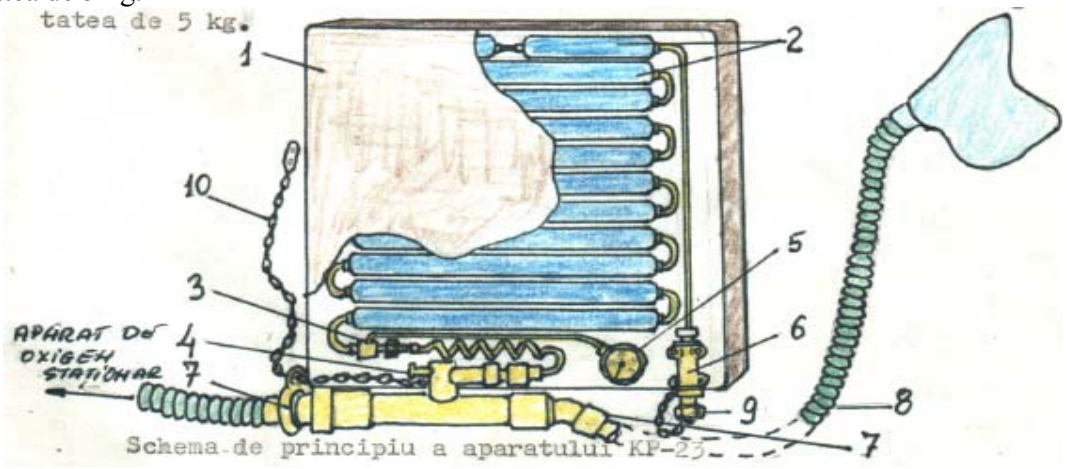



Foto : Schema de principiu a aparatului KP-23

1. Corpul, 2. Bateria de butelii, 3. Teava capilara, 4. Comutator cu supapa de inchidere si de pornire, 5. Manometrul de oxigen, 6. Racordul de incarcare, 7. Racord tub flexibil, 8. Tub suplimentat la masca, 9. Buson de incarcare, 10. Lant de actionare a cuplei de alimentare cu oxigen din instalatia parasutei.

***INSTRUCTIUNI DE FOLOSIRE A INSTALATIEI KP – 23***

Folosirea aparatelor de oxigen pentru parasute este obligatorie la zboruri peste 8000 m. (se considera ca la coborirea cu parasuta de la altitudini mici, rezerva oxigenului existenta in organism este suficienta pentru atingerea altitudinii de 4000 – 5000 m.

Durata de functionare a instalatiei de la punerea in functiune este de 13 – 17 min.

Aparatul fiind cuplat permanent prin tubul gofrat cu lacat la tubul aparatului stationar, in momentul parasirii aeronavei, prin intermediul lantului se pune in functiune automat instalatia de oxigen KP – 23 a parasutei.

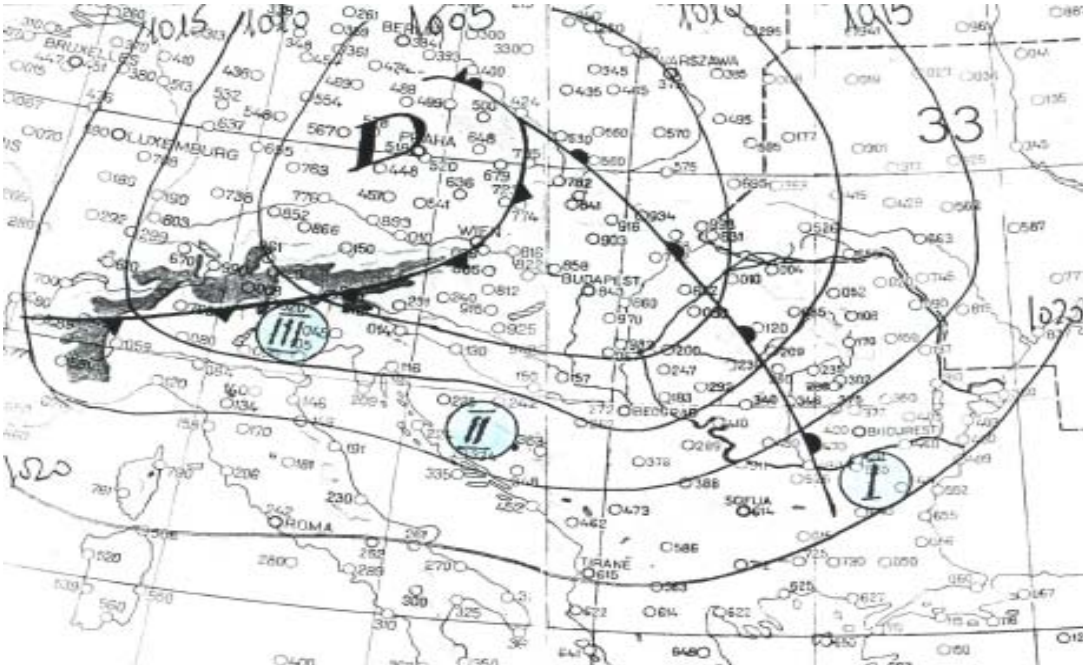
NOTA: Pentru zborurile executate in cadrul Aeroclubului Romaniei, inaltimea minima la care este obligatorie echiparea cu instalatia de oxigen KP – 23 este de 5000 m (vezi Dispozitia ing. Sef nr. 11.)

# TABEL

cu datele necesare zborului in zona de unda Brasov

| MASIVUL muntos care genereaza unda | Virful masivului | | | Directia vintului | Locul de formare a undei | Inaltimea minima test. de formare a undei QFE m | Inaltimea minima necesara ajungerii la Sinpetru QFE | Distanta si D.A. de intoarcere | | Terenuri de ajutor si recomandari |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Cota [ m ] | Dist [ km. ] | D.A. de înt. | | | | | [ Km. ] | D.A. | |
| CIUCAS | 1956 | 30 | 319º | 120º | Sacele | 800 | 1100 | 13 | 241º | Intre masivele muntoase enumerate si aerodrom sunt terenuri de aterizare dar atentie la liniile de inalta tensiune |
| | | | | | Intorsura Buzaului | 1100 | 1500 | 30 | 281º | |
| PIATRA MARE | 1813 | 19 | 360º | 180º | Cab. Piatra Mare | 900 | 1500 | 18 | 358º | |
| | | | | | Cab. Dimbu Morii | 600 | 1300 | 16 | 358º | |
| POSTAVARUL | 1802 | 18 | 023º | 200º | Dirste – Poiana Bv. | 800 | 1500 | 15 | 020º | Aerodrom Ghimbav |
| BUCEGI | 2505 | 35 | 026º | 210º | Virful Omu | 2200 | 2400 | 35 | 026º | Teren de ajutor la Vest de Risnov si aerodrom Ghimbav. Se recomanda intoarcerea la aerodrom pe valea Risnoavei, de-a lungul masivului Varte. A se evita valea Timisului. |
| | | | | | Coltii Morarului | 1400 | 2000 | 32 | 024º | |
| | | | | 220º | Cab. Diham | 1400 | 1800 | 30 | 026º | |
| | | | | 230º-240º | Costila | 1400 | 2200 | 35 | 020º | |
| | | | | | Virful Caraiman | 1400 | 2600 | 38 | 013º | |
| MAGURA CODLEI | 1294 | 09 | 086º | 270º | Sere Codlea | 500 | 700 | 08 | 083º | Aerodrom Ghimbav |
| | | | | | Varte | 200 | 700 | 15 | 012º | |
| PIATRA CRAIULUI | 2239 | 40 | 058º | 290º | Cheile Zarnestiului | 1400 | 1600 | 37 | 058º | Teren de ajutor la Vest de Risnov si aerodrom Ghimbav. Intoarcerea de-a lungul masivului Varte |
| | | | | | Loc. Zarnesti Risnov | 700 | 1400 | 26 | 058º | |
| | | | | | Bran | 1000 | 2100 | 32 | 013º | |

SITUAȚIA SINOPTICĂ PENTRU FORMAREA UNDEII ÎN ZONA BUCEGI



CUPRINS